

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**



**EFFECTO DE LAS ENMIENDAS ORGÁNICAS TERRAMAR<sup>®</sup>, HUMAX<sup>®</sup> 90 Y KORIPACHA – BIO<sup>®</sup>, SOBRE ALGUNAS PROPIEDADES DEL SUELO Y EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE RABANITO (*Raphanus sativus* L.) EN EL DISTRITO DE SAN JERONIMO, PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS.**

Tesis presentado por la Bachiller **Liz FLORES QUISPE** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Agrónomo**.

**ASESOR: Ing. Rosa E. MARRUFO MONTOYA**

**ABANCAY - APURÍMAC**

**2015**

## **DEDICATORIA**

A mis queridos padres Diógenes Flores Altamirano y Nelly Irma Quispe Alfaro, por su apoyo incondicional y su amor permanente durante mi formación profesional.

A mis queridos hermanos Leila, Ada Luz, Tony, Analí y Magnori que siempre estuvieron presentes estimulando el camino correcto para seguir adelante con mi formación profesional.

A mi amor Freddy Beltrán Sánchez, por su valioso apoyo en este camino de lograr mis objetivos personales.

Y a mis tíos por el apoyo desinteresados por estos años y a todas las personas y amigos que me apoyaron en la elaboración de este trabajo.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a Dios padre todo poderoso por su infinito amor hacia todos los seres humanos.

Agradezco a mis padres Diógenes y Nelly que me supieron encaminar durante el transcurso de mi formación profesional.

A mis hermanos por su comprensión y apoyo incondicional para la culminación del presente trabajo de investigación.

A mi amor Fredy Beltrán Sánchez por su comprensión y apoyo moral.

Al Ing. Rosa E. Marrufo Montoya por su valiosa contribución y opiniones acertadas.

A mis queridos amigos: Alex Carrizales V. y Yudy Bazán Ancco.

Billy Yoel Ortiz Polo, Rony Esperme Ancco y Huber Vera Velasquez.

## RESUMEN

El cultivo de Rabanito (*Raphanus sativus* L.) pertenece a la familia de la Brassicaceae. Su origen de los países asiáticos. Se tiene datos de su cultivo en China desde hace más de tres milenios. No llegó a Europa hasta principios del siglo XVI. Es considerada muy importante porque tiene un alto contenido de nutrientes, así como también fibra, vitamina C entre otros.

Este trabajo de investigación se realizó con la finalidad de evaluar los efectos de las enmiendas orgánicas comerciales sobre el cultivo de rabanito y algunas propiedades del suelo se condujo el experimento en el distrito de San Jerónimo, provincia de Andahuaylas de la región Apurímac a través de un Diseño por Bloques Completamente Aleatorizado, con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones, haciendo un total de 16 unidades experimentales. Como hipótesis de trabajo se planteó que la aplicación de las enmiendas orgánicas influye en las propiedades del suelo y sobre el rendimiento del cultivo de rabanito, los tratamientos en estudio fueron aplicados solo una vez al momento de la siembra a razón de 25000 kg.Ha<sup>-1</sup> a excepción del testigo, las labores culturales fueron realizadas manualmente, el cultivo tuvo un riego por aspersión y finalmente el ciclo vegetativo fue de 30 días, iniciándose la siembra un 19 de julio del 2014 y cosechado el 19 de agosto del 2014. Se tomaron en cuanto dos variables generales de evaluación, la primera correspondiente a la variables agronómicas las cuales estaban conformadas por: altura de planta, número de hojas, área foliar, diámetro de raíz y finalmente análisis foliar; la segunda variable en consideración fue la variable edáfica, conformada por: humedad gravimétrica, peso específico de partículas sólidas, peso volumétrico, relación de vacíos y grado de saturación.

De las 3 enmiendas comerciales evaluadas, la que influyo de manera positiva en el cultivo de rabanito, el Koripacha - Bio<sup>®</sup> con los siguientes valores en las distintas variables:

En el diámetro de raíz alcanzó un tamaño promedio de 4,4 cm, para el caso del área foliar un valor de 14,1 cm<sup>2</sup>. Respecto al contenido de nutrientes, el Koripacha - Bio<sup>®</sup> concentró la mayor cantidad de Fosforo Potasio.

Mientras que para la variable edáfica, los tratamientos que sobresalieron en cuanto al contenido de humedad volumétrica fueron el Terramar<sup>®</sup>, Koripacha - Bio<sup>®</sup> y Humax – 90<sup>®</sup> con valores de 80 %, 38 %, y 29.9 % respectivamente. Y finalmente para el peso volumétrico (densidad aparente) el testigo mostró un valor menor frente al resto de tratamientos referente al grado de saturación.

Como hipótesis Se plantea que, la aplicación de las enmiendas orgánicas influye en las propiedades del suelo y sobre el rendimiento del cultivo de rabanito.

## SUMMARY

Cultivation of Radish (*Raphanus sativus* L.) belongs to the family Brassicaceae. It originated from Asian countries. It has data of its cultivation in China for more than three millennia. It did not reach Europe until the early sixteenth century. It is considered very important because it has a high content of nutrients as well as fiber, vitamin C and others.

This research was conducted in order to evaluate the effects of commercial organic amendments on the cultivation of radish and some soil properties experiment was conducted in the district of San Jeronimo, Andahuaylas province of Apurimac region through a randomized complete block design with four treatments and four repetitions, totaling 16 experimental units. As a working hypothesis was raised that the application of organic amendments affect soil properties and crop yield radish, study treatments were applied only once when planting at the rate of 25000 kg.Ha- 1 except the control, cultural practices were done manually, the culture had a sprinkler and finally the vegetative cycle was 30 days, beginning the plants a July 19, 2014 and harvested on 19 August 2014 were taken as two general endpoints, the first corresponding to the agronomic variables which were made up of: plant height, leaf number, leaf area, root diameter and finally foliar analysis; the second variable into consideration was the varying soil, comprising: gravimetric humidity, specific weight of solid particles, volumetric weight, void ratio and degree of saturation.

Of the three amendments commercial evaluated , which positively influenced the culture of radish, the Koripacha - BIO® with the following values in the variables :

At the root diameter it reached an average size of 4.4 cm in the case of leaf area a value of 14.1 cm<sup>2</sup>. Regarding the content of nutrients, Koripacha - BIO® concentrated as much Phosphorus Potassium .

While for the soil variable, treatments excelled as to volumetric water content were Terramar® , Koripacha - BIO® and Humax - 90® with values of 80 %, 38 % and 29.9 % respectively. And finally for the volumetric weight (density ) the witness showed a lower value compared to other treatments regarding the degree of saturation.

It raises the hypothesis that the applications of organic amendments affect soil properties and crop yield of radish.

## TABLA DE CONTENIDO

### INTRODUCCIÓN.

|              |   |
|--------------|---|
| TITULO ..... | 1 |
|--------------|---|

#### I. CAPITULO I

##### PROBLEMA, OBJETIVOS, JUSTIFICACIÓN E HIPÓTESIS

|                                      |       |
|--------------------------------------|-------|
| 1.1. Planeamiento del problema ..... | 2 – 3 |
| 1.2. Objetivos .....                 | 4     |
| 1.3. Justificación .....             | 4 – 5 |
| 1.4. Hipótesis .....                 | 5     |

#### II. CAPITULO II

##### REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

|  |         |
|--|---------|
| 2.1. Generalidades del cultivo de rabanito .....               | 6       |
| 2.1.1 Origen .....   | 6       |
| 2.1.2 Clasificación taxonómica .....                           | 6       |
| 2.1.3 Características generales .....                          | 6 – 7   |
| 2.1.4 Tipos y variedades .....                                 | 7 – 11  |
| 2.1.5 Propiedades del Rabanito .....                           | 12 - 17 |
| 2.1.6 Requerimiento del rabanito de factores ambientales ..... | 17      |
| 2.1.7 Manejo del cultivo .....                                 | 17 - 21 |
| 2.2. Composición nutricional .....                             | 22      |
| 2.3. Enmiendas orgánicas .....                                 | 22 – 29 |



|       |                               |         |
|-------|-------------------------------|---------|
| 2.4.  | Biofertilizantes.....         | 30 - 31 |
| III.  | CAPITULO III                  |         |
|       | MATERIALES Y MÉTODOS          |         |
| 3.1.  | Materiales .....              | 32 – 37 |
| 3.2.  | Metodología .....             | 38 – 43 |
| IV.   | CAPITULO IV                   |         |
|       | RESULTADOS Y DISCUSIONES      |         |
| 4.1.  | Variables agronómicas.....    | 44 – 60 |
| 4.2.  | Variables edáficas .....      | 60 – 68 |
| 4.3   | Rendimiento por hectárea..... | 69      |
| V.    | CAPITULO V                    |         |
|       | CONCLUSIONES                  |         |
| 5.1.  | Variables agronómicas.....    | 70      |
| 5.2.  | Variables edáficas.....       | 70      |
| VI.   | CAPITULO VI                   |         |
|       | RECOMENDACIONES               |         |
| 6.1.  | Cultivo .....                 | 71      |
| 6.2.  | Variables edáficas .....      | 71      |
| VII.  | CAPITULO VII                  |         |
|       | BIBLIOGRAFÍA.....             | 72 – 76 |
| VIII. | CAPITULO VIII                 |         |
|       | ANEXOS.....                   | 77 - 80 |

## INTRODUCCIÓN

Uno de los principales problemas en el proceso de producción que adolece la horticultura se expresa en el manejo deficiente del recurso suelo. No obstante los productores vienen manejando sus cultivos mediante el empleo de fertilizantes sintéticos, dando como resultado altos costos en la producción, deterioro y contaminación del medio ambiente.

Los fertilizantes orgánicos y biofertilizantes garantizan incrementar la productividad agrícola debido a que mejora las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo lo cual repercute favorablemente en la producción a largo plazo.

Son muchos los efectos positivos de los fertilizantes orgánicos sobre los distintos tipos de suelos mejorando la estructura y sus propiedades químicas.

Por su parte los biofertilizantes están basados en microorganismos que promueven y benefician la nutrición y el crecimiento de las plantas; con su uso se pretende reducir sustancialmente el empleo de fertilizantes sintetizados químicamente que constituyen una fuente de impactos negativos ambientales y económicos.

El rabanito es una planta de rápido crecimiento, puede sembrarse todo el año, tarda aproximadamente 29 días para llegar a su madurez comercial y desarrolla una raíz muy fibrosa que la convierte en una de las hortalizas más consumidas en la provincia de Andahuaylas por su sabor y propiedades nutricionales.

En el presente trabajo de investigación se evaluó el efecto de las enmiendas orgánicas Terramar<sup>®</sup>, Humax<sup>®</sup> 90 y Koripacha – Bio<sup>®</sup>, sobre algunas propiedades del suelo y el rendimiento del cultivo de rabanito (*Raphanus sativus* L.) en el Distrito de San Jerónimo, Provincia de Andahuaylas.

**EFFECTO DE LAS ENMIENDAS ORGÁNICAS TERRAMAR<sup>®</sup>, HUMAX<sup>®</sup> 90 Y KORIPACHA – BIO<sup>®</sup>, SOBRE ALGUNAS PROPIEDADES DEL SUELO Y EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE RABANITO (*Raphanus sativus* L.) EN EL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO, PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS.**

# CAPITULO I

## PROBLEMA, OBJETIVOS, JUSTIFICACIÓN E HIPÓTESIS

### 1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La revolución verde trajo consigo paquetes tecnológicos que contemplaba la modernización de la agricultura como el empleo de fertilizantes químicos, que se integraron a las prácticas agrícolas a lo largo y ancho del país, superficies agrícolas bajo riego y secano, en producción de autoconsumo y con fines comerciales. Los agricultores adoptaron esta práctica de utilizar fertilizantes químicos, como una forma rápida de incrementar la producción agrícola; pero no se percataron que también era una forma de acabar con el equilibrio ecológico, contaminar y degradar el medio ambiente. El uso de fertilizantes químicos se ha hecho tan común que se aplica sin el rigor técnico requerido, sin contar con la información previa de un análisis de suelo; conllevando a muchos productores aplicar cantidades desmesuradas de fertilizantes químicos.

Este empirismo ocurre por el desconocimiento de los productores así como la ausencia de capacitaciones de las autoridades correspondientes, sobre otros tipos de alternativas en cuanto a los fertilizantes y su fertilización.

Cabe mencionar que en la provincia de Andahuaylas por el uso indiscriminado de fertilizantes sintéticos – debido a la práctica de una agricultura intensiva – muchas áreas agrícolas han quedado improductivas y con niveles altos de contaminación, lo cual se ve reflejado en las cosechas obteniéndose productos de baja calidad. Ante

esta situación se plantea como problema que, el uso de fertilizantes químicos deteriora de manera progresiva los suelos agrícolas en general debido a una sobreexplotación y exceso de fertilización que además disminuye toda actividad microbiana del suelo; consecuencia a ello se plantea la siguiente pregunta: Es posible sustituir los fertilizantes químicos con fertilizantes orgánicos y biofertilizantes; y mediante su aplicación se logró incrementar los rendimientos del cultivo de rabanito.

## **1.2 OBJETIVOS**

### **1.2.1 Objetivo General**

Evaluar el efecto de las enmiendas orgánicas Terramar<sup>®</sup>, Humax<sup>®</sup> 90 y Koripacha – Bio<sup>®</sup>, sobre algunas propiedades del suelo y el rendimiento del cultivo de rabanito (*Raphanus sativus* L.) en el Distrito de San Jerónimo, Provincia de Andahuaylas.

### **1.2.2 Objetivos específicos**

- Evaluar el desarrollo agronómico del cultivo de rabanito bajo la aplicación de las enmiendas orgánicas Terramar<sup>®</sup>, Humax<sup>®</sup> 90 y Koripacha – Bio<sup>®</sup>.
- Determinar la mejor enmienda orgánica que logre los mayores incrementos en el rendimiento del cultivo de rabanito.
- Realizar el análisis de las raíces de rabanito bajo la aplicación de las enmiendas orgánicas Terramar<sup>®</sup>, Humax<sup>®</sup> 90 y Koripacha – Bio<sup>®</sup>.
- Determinar las propiedades físicas del suelo después de la cosecha.

## **1.3 JUSTIFICACIÓN**

La agricultura orgánica al contrario de la agricultura convencional rompe el paradigma de la dependencia de los fertilizantes químicos, además fomenta la sustentabilidad en los sistemas agrícola a largo plazo, el uso racional de los recursos y restaurando las propiedades físicas y químicas del suelo. La tecnología orgánica puede incrementar los rendimientos en comparación al sistema tradicional. Además, esta

tecnología presenta las ventajas de no contaminar el ambiente y producir alimentos inocuos. (Jeavons 1991; Gómez – Álvarez y Castañeda – Ceja, 2000; Gómez-Cruz *et al*, 2005). Se han obtenido respuestas satisfactorias del empleo de los biofertilizantes en las hortalizas (Martínez *et al*, 1997), el uso de los mismos hace más fácilmente asimilables para las plantas los elementos minerales y orgánicos que aportan estos sustratos, como han demostrado Pérez (1999) y González (2000). Según Primavera (1992) las aplicaciones de enmiendas orgánicas disminuyen cada año contrario a los fertilizantes químicos que cada vez se aplican en mayor cantidad, además Briceño (2002) determinó que el pH del suelo disminuye ligeramente con la incorporación de las enmiendas orgánicas, esto es debido a la ocurrencia de una mayor mineralización de la materia orgánica, lo cual produce una alta liberación de iones de hidrógeno (Eckert, 1991). Por lo tanto el uso de enmiendas orgánicas permitir elevar las producciones de los cultivos y mejorar las propiedades del suelo y la aportación de nutrientes (Porta *et al.*, 2003; Stoffella y Kahn, 2004).

## **1.4 HIPÓTESIS**

### **1.4.1 Hipótesis general**

Se plantea que, la aplicación de las enmiendas orgánicas influye en las propiedades del suelo y sobre el rendimiento del cultivo de rabanito.

## CAPITULO II

### REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

#### 2.1 GENERALIDADES DEL CULTIVO DE RABANITO

##### 2.1.1 Origen

Al respecto Laza (2002) sostiene que, el rabanito es originario de los países asiáticos. Se tiene datos de su cultivo en China desde hace más de tres milenios. No llegó a Europa hasta principios del siglo XVI.

##### 2.1.2 Clasificación taxonómica

Al respecto Javier molano higüero nos indica la siguiente clasificación taxonómica:

|          |                 |
|----------|-----------------|
| Reino    | : Plantae       |
| División | : Magnoliophyta |
| Clase    | : Magnoliopsida |
| Orden    | : Brassicales   |
| Familia  | : Brassicaceae  |
| Género   | : Raphanus      |
| Especie  | : sativus       |

##### 2.1.3 Características generales

- **Botánica**, es una hortaliza anual o bianual, que pertenece a la familia de las Crucíferas. Tiene las hojas enteras o divididas, tallo ramoso con vellos rígidos en la parte inferior, donde las hojas forman un racimo desde la parte de arriba de la raíz, y lampiño en la superior, donde las hojas suelen brotar lanceoladas, con hendiduras más o menos pronunciadas. Las flores se agrupan en racimos grandes, abiertos y alargados. La



corola es blanquecina, a veces violácea o amarillenta. Se propaga por semillas. La cosecha se realiza entre tres y seis semanas después de la siembra. Se puede cultivar en cualquier lugar, clima y suelo procurando un buen suministro de sol, agua y nutrientes.

- **Descripción**, su fruto es indehiscente, seco, simple de 3 a 10 cm de largo, cilíndrico y biarticulado formado por dos partes, la inferior atrofiada con una o dos semillas globosas, rosadas a castaño claro, y la superior corchosa, cónica-alargada que contiene de 12 a 14 semillas incluidas en un parénquima esponjoso. Estas semillas son redondeadas, de color amarillento a pardo rojiza y de tamaño pequeño a medio. Produce una raíz estas pueden ser de forma redonda, fusiformes, alargadas, ovaladas y cónicas, de color blanco, rojo, amarillo, negro gruesa, carnosa, comestible, de forma esférica y de diámetro de dos a seis centímetros. Es apreciado por su sabor fresco y algo picante. (FAO, 2006).

#### 2.1.4 Tipos y variedades

Existen variedades primaverales, estivales e invernales que se cultivan durante todo el año (Fersini, 1976):

- Variedad de Rábano Blanco, Largo blanco candela de hielo, de raíz cilíndrica y larga, con pulpa “helada” crujiente suave.



Foto N° 01Rabanito variedad blanco.

- Variedad Jardiver, Largo rojo cándido de fuego; con raíz larga delgada, de exquisito sabor, variedad que se emplea de 7 – 10 días más respecto a las otras para madurar.



Foto N° 02 Rabanito Variedad Jardiver.

- Variedad Sativus, Largo medio muy precoz, con 20 días de maduración, de color rosa con punta blanca, corteza muy delgada.



Foto N° 03 Rabanito Variedad Sativus.

- Freshneh Break Fasjt; de hermoso aspecto cilíndrico, con punta blanca que abarca un tercio del largo, punta tierna y agradablemente crujiente.

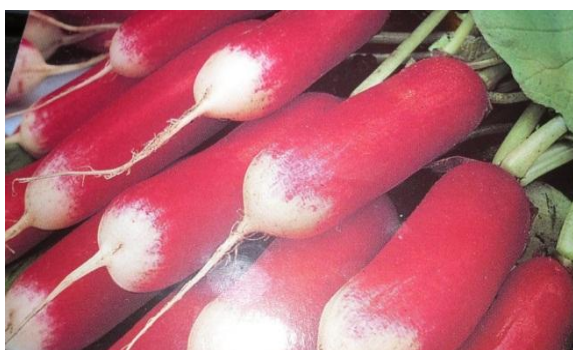


Foto N° 04 Rabanito Variedad Freshneh Break Fasjt.

- Variedad Saxa Sara, Redondo rojo, variedad muy precoz, de color escarlata suave, con pulpa sabrosa.



Foto N° 05 Rabanito Variedad Saxa Sara.

- Variedad Saxo, Redondo rojo cuaresmiano; es muy precoz de color rojo escarlata, con pulpa suave y bastante sabroso.



Foto N° 06 Rabanito Variedad Saxo.

Las raíces agradables de los numerosos tipos y variedades del rábano son muy variables en cuanto a su color, forma, textura de la pulpa y época de madurez. En cuanto a esta última se tienen tres grupos: de primavera, verano e invierno; los de primavera crecen rápido y sus raíces maduran en poco tiempo (25 – 30 días); las de

verano crecen rápido y su madurez alcanzan en 45 – 50 días, y las de invierno crecen lentamente. (Edmond, 1967).

Las variedades recomendadas y aceptadas por la mayoría de los horticultores son (Tamez, 1982):

- **Crimson Giant**, rábano grande en forma globular, las raíces son redondas ligeramente cónicas y de color carmesí, de buen sabor y tardan 29 días a la cosecha; es el rábano más grande en su forma y su cultivo resiste condiciones de temperatura alta, siendo ideal para siembras en verano.



Foto N° 07 Rabanito Variedad Crimson Giant.

- **Comet**, sus hojas son de color verde intenso, son rábanos pequeños globulares y de color rojo vivo, su ciclo es de 25 días a la cosecha y es ligeramente picante.



Foto N° 07 Rabanito Variedad Comet.

- **Early Escarlet Globe**, la raíz de forma redonda y aglobada de color rojo escarlata, la punta es blanca y frágil, sus tallos son de 7 – 10 centímetros, con un ciclo de 24 días.



Foto N° 08 Variedad Early Escarlet Globe.

- **Cherry Belle**, tiene la misma forma que el anterior pero su color es rojo cereza brillante, además sus hojas son cortas, lo que lo hace recomendable para su siembra en camas, su ciclo es de 23 días.



Foto N° 09 Rabanito Variedad Cherry Belle.



### 2.1.5 PROPIEDADES DEL RÁBANITO (*Rhapanus sativus* L.)

- **Propiedades de los rábanos**

Se cree que procede del sur de Asia el rábano fue muy utilizado en la antigüedad, tal como se sabe por las continuas referencias que de él tenemos tanto en la cultura egipcia como en la romana.

Los egipcios utilizaban los rábanos abundantemente en su alimentación y era dieta obligada en los constructores de las pirámides, junto a otros alimentos como el ajo, cebolla o los pepinos, porque les daba fuerza e impedía que cayeran enfermos.

- **Rábanos y sus propiedades antioxidantes.**

Se dice que los rábanos constituyen el mayor remedio antiescorbútico y antienvjecimiento, la razón se encuentra en la gran cantidad de vitamina C que aportan.

La vitamina C es uno de los antioxidantes más importantes de la dieta, que ayuda a eliminar los residuos que se acumulan en el organismo por ingestión de preparados envasados comercialmente, ricos en conservantes que producen sustancias muy perjudiciales para la salud, como las nitrosaminas.

La vitamina C también es importante para mantener el buen estado de la piel y mucosas digestivas, ya que interviene en la formación del colágeno.

El colágeno es la base para los huesos, nervios o tendones, o la absorción del hierro y cuya deficiencia provoca problemas de

cicatrización, mal estado de los dientes o falta de energía en general.

El jugo del rábano exprimido utilizado externamente ayuda a curar las heridas de la piel y favorece la cicatrización en casos de quemaduras o congelaciones.

Además de la vitamina C, los rábanos contienen glucosinolatos, otro tipo de antioxidantes. Los glucosinolatos aportan un sabor ligeramente picante de estos vegetales y tienen propiedades protectoras contra ciertos tipos de cáncer.

A las personas sometidas a quimioterapia se les recomienda el consumo abundante de rábanos debido a sus propiedades antioxidantes y para regenerar el organismo.



Dibujo de la planta con la raíz engrosada comestible

- **Rábanos para la prevención y para recuperarse del cáncer**

Junto con las cebollas y los ajos los rábanos parecen tener una importancia muy grande en la curación del cáncer o en la inhibición de las células cancerosas. Se ha comprobado que la

ingestión de este tipo de alimentos ayuda a prevenir algunos tipos de cánceres, como el cáncer de colon.

La razón se encuentra en la presencia en todos ellos de componentes azufrados volátiles, que el caso de los rábanos se denomina metanetiol.

El uso de estos alimentos de una manera habitual en las comidas puede ayudar a evitar esta enfermedad. Se ha utilizado las semillas de esta planta para la elaboración de una tisana con propiedades anticancerígenas o de una dieta para la prevención del cáncer. Igualmente, la pulpa de rábano machacada y aplicada sobre ulceraciones cancerosas parece ayudar en el tratamiento de esta enfermedad.

- **Rábanos para la salud del aparato digestivo**

Los rábanos constituyen un alimento muy beneficioso para el aparato digestivo. Por su capacidad para aumentar la flora intestinal resulta muy adecuada para aquellas personas con problemas de digestiones lentas, incrementando aquellas bacterias que son necesarias en el tracto digestivo.

Además los rábanos tienen propiedades digestivas al aumentar la producción de jugos biliares, que ayudarán a disgregar mejor las grasas y alimentos difíciles de digerir.



Igualmente, el rábano es capaz de neutralizar las bacterias perjudiciales para la salud y cuya presencia en los intestinos es responsable de gases, flatulencia, podredumbres y pesadez intestinal en general.

Resultará igualmente interesante en personas que presenten estreñimiento crónico, como en otras con síntomas totalmente contrarios, como colitis o diarrea.

Por otra parte, además de las propiedades antibacterianas, hay que destacar su importancia como estimulante biliar, por lo que ayudan a realizar la digestión y refuerzan el hígado. Las propiedades colagogas y coleréticas del rábano lo hacen un alimento muy adecuado para la salud del hígado, así como en aquellos casos de insuficiencia hepática, ictericia y enfermedades del hígado.

A todo ello hay que añadir su riqueza en fibras que arrastra residuos intestinales, previniendo infecciones y evitando el estreñimiento.

- **Rábanos en las dietas para adelgazar**

Por su riqueza en fibras y su nivel bajo de calorías, unido todo ello a su riqueza en potasio, resulta muy interesante como alimento diurético, ayudando a eliminar líquidos del cuerpo al aumentar la micción.

Les será muy interesante comer esta hortaliza a los obesos, personas con artritis, ácido úrico, retención de líquido, hipertensos, o a los que necesiten eliminar piedras o arenilla de los riñones o de la vesícula.

Un remedio fácil de realizar consiste en triturar un par de rábanos con la licuadora y beberlos directamente. Si nos bebemos un par de tazas de este líquido al día nos ayudarán a aumentar la orina y a deshacer las piedrecitas.

- **Loción de rábanos para tratar el dolor**

Este mismo líquido aplicado externamente en forma de emplasto sobre una quemadura ayuda a cicatrizarla y elimina el dolor.

Se ha utilizado este mismo líquido en forma de loción para combatir la ciática o los cólicos de riñón. (Puede resultar contraproducente en ciertas personas sensibles a esta planta, por lo que se impone probar el remedio durante un breve tiempo. Nunca mantener en el sitio por más de 20 minutos.)

- **Rábanos para el hipertiroidismo.**

Los rábanos, como la mayoría de los miembros de la familia de las crucíferas - coles, coles de Bruselas, repollos, coliflores, etc.- poseen isotiocianatos, unos componentes que ayudan a disminuir la producción de hormonas por parte de la tiroides, lo que puede utilizarse como un recurso natural para controlar el hipertiroidismo.

## PROPIEDADES DE LOS RÁBANOS



**ANTIOXIDANTE**  
Contienen mucha  
vitamina C y  
compuestos azufrados

**CÁNCER**  
Su consumo habitual  
ayuda a la prevención  
del cáncer



**DIGESTIVO**  
Estimula las  
secreciones  
digestivas y mejora  
la flora intestinal

**HÍGADO**  
Mejora el  
funcionamiento del  
órgano

### 2.1.6 Requerimiento del rabanito de factores ambientales

El rábano es más común en las regiones templadas que en los trópicos; además que los rábanos largos picantes son más comunes en las áreas tropicales. Como prefieren temperaturas frescas, en los trópicos deberán cultivarse durante los meses de invierno o en lugares altos. (Mortensen, 1971).

Los suelos más aptos para este cultivo son francos y francos – arcillosos. Su temperatura óptima de desarrollo está entre los 10 °C y 20 °C. (Martínez *et al.*, 2003).

### 2.1.7 Manejo del cultivo

#### 2.1.7.1 Siembra

David (2008) manifiesta que, se siembra al voleo, utilizando 2 gramos de semilla por m<sup>2</sup> y 1 a 1.5 cm de profundidad. Es aconsejable sembrar en pequeñas superficies de acuerdo al consumo. Aunque la forma más recomendable de sembrar es en líneas o surcos, asociados con cultivos más lentos en su crecimiento como espinaca, zanahoria, etc.

Entre surcos 0.5 – 0.6 m, entre plantas 0.05m, dos hileras de planta por surco. (UNALM, 2000).

#### **2.1.7.2 Dosis de siembra**

El rabanito se siembra a razón de 12 kg/ha. (UNALM, 2000).

#### **2.1.7.3 Fertilización**

A modo orientativo se indican las siguientes dosis de abonado por hectárea: estiércol (30 T, preferiblemente aportadas 6 meses antes), nitrosulfato amónico (1500 kg), superfosfato de cal (400 kg), sulfato potásico (250 kg).

Es una planta exigente en boro, por lo que puede ser conveniente la adición de bórax en el abonado de fondo en dosis moderadas (menos de 15 kg/ha).

Se suele utilizar riego por aspersión, en el que se puede aportar abonado de cobertera, por ejemplo un compuesto líquido 4-8-12. (Infoagro).

Iberica2000.org (2001) nos dice que, los requerimientos del cultivo de rabanito en kilogramos por hectárea son: 80 – 120 – 80 de NPK.

#### **2.1.7.4 Riegos**

La falta de agua ocasiona que la raíz se vuelva más dura y si ésta es acompañada por altas temperaturas se estimula la floración anticipada. Por otro lado, cuando hay oscilaciones extremas de humedad en el suelo, las raíces se agrietan, perdiendo su calidad comercial. Se recomienda regar regularmente cada 3 a 5 días en caso de ausencia de lluvias.

Por ser cultivos precoces, necesitan una buena cantidad de agua, distribuida uniformemente y con lapsos de riego bien

ajustados. La humedad del suelo deberá encontrarse entre un 60% a 65% de la capacidad de campo durante el ciclo vegetativo. (Iberica2000.org, 2001).

#### **2.1.7.5 Labores culturales y control de malezas**

En su página web infoagro indica que, se realizarán 1 ó 2 escardas y un ligero aporcado si las plantas están en línea. A los 15 ó 20 días de la siembra es conveniente aclarar las plantas, dejando los rabanitos distanciados a 5 cm.

El control de malezas se realiza de manera manual. (UNALM, 2000).

#### **2.1.7.6 Principales enfermedades y plagas**

Enfermedades:

- **Mildiu vellosa (*Peronospora parasitica*)**, ataca principalmente a las especies cultivadas y silvestres de las crucíferas especialmente coliflor, brócoli y rábano. Los síntomas se pueden observar prácticamente en todos los órganos de la planta desde los cotiledones, hojas, tallos y cogollos hasta raíces y rizomas. En las hojas empiezan con manchas cloróticas generalmente limitadas por los nervios. En el envés se pueden apreciar las eflorescencias de los esporangióforos. Con el tiempo, las clorosis acaban por secarse. Cuando el mildiu se torna sistémico, la sintomatología puede pasar desapercibida, poniéndose de manifiesto ennegrecimiento superficial y vascular al realizar cortes longitudinales de los cogollos o tallos. En el rizoma del rábano se puede observar unas zonas oscuras a

modo de veteado que corresponden a la colonización del hongo.  
(MAGRAMA, 2006)

Figura 1. Necrosis sobre el envés de la hoja



Fuente: MAGRAMA. (2006). *Peronospora parasítica*.

Fuente: MAGRAMA. (2006). *Peronospora parasítica*.



Figura 2. Necrosis interna en rizoma.

- **Podredumbre blanda (*Erwinia sp*)**, esta bacteria destruye el tejido foliar, tomando una apariencia acuosa y viscosa, además de oler a podrido. Al realizar un corte del tallo de la planta se observa una mucosidad blanca. (cadenahortofruticola.org). Plagas (Infoagro):
- **Oruga de la col (*Pieris brassicae*)**, son mariposas blancas con manchas negras, aunque los daños los provocan las larvas.
- **Pulgones (*Aphis gossypii* y *Myzus persicae*)**, no solo producen daños debido a que chupan la savia de las plantas, sino que además producen un líquido azucarado que taponan los

estomas de las plantas favoreciendo el crecimiento de ciertos hongos. Además son transmisores de diversas enfermedades producidas por virus.

- **Rosquilla negra (*Spodoptera littoralis*)**, pueden cortar las plántulas de rábano o rabanito en los primeros estados de desarrollo y cortar además las hojas.

#### **2.1.7.7 Cosecha**

Debe realizarse en el momento oportuno, ya que si los rabanitos se dejan en suelo por más tiempo, se endurecen, crecen y se ahuecan. El ciclo según la época es de 20-30 días, debiendo cosecharse al alcanzar un diámetro de 1 a 1,5 cm, evitando un mayor desarrollo para que el sabor sea más suave. (David, 2008).

Se inicia tan pronto las raíces adquieren su desarrollo normal, No debe retardarse porque si aquellas adquieren volumen excesivo la pulpa se torna suelta y muy picante y fuerte. (Giaconi y Scaff, 2004).

## 2.2 COMPOSICIÓN NUTRICIONAL

| COMPUESTO       | CANTIDAD |
|-----------------|----------|
| Agua            | 94 g     |
| Carbohidratos   | 3.59 g   |
| Grasas          | 0.54 g   |
| Proteínas       | 0.6 g    |
| Fibra           | 1.6 g    |
| Cenizas         | 0.54 g   |
| Calorías        | 20       |
| Calcio          | 21 mg    |
| Magnesio        | 9 mg     |
| Potasio         | 232 mg   |
| Fósforo         | 18 mg    |
| Sodio           | 24 mg    |
| Hierro          | 0.29 mg  |
| Tiamina         | 0.005 mg |
| Riboflavina     | 0.045 mg |
| Niacina         | 0.3 mg   |
| Ácido ascórbico | 22 mg    |

Figura 3.Composición nutricional de 100 g de rabanito parte comestible.

Fuente: FAO, 2006. Fichas Técnicas: *Raphanus sativus* L.

## 2.3 ENMIENDAS ORGÁNICOS

Al respecto Orozco (1998) sostiene que los fertilizantes orgánicos son materiales que aportan al suelo cantidad apreciable de materia orgánica y a los cultivos elementos nutritivos asimilables en forma orgánica. Estos materiales contienen numerosos elementos nutritivos pero sobre todo Nitrógeno, Fósforo, Potasio y, en menor proporción, Magnesio, Sodio y Azufre, entre otros.

Los fertilizantes orgánicos a diferencia de los químicos, se originan de los residuos animales y vegetales o de los depósitos naturales de roca. Los residuos animales y vegetales contienen muchos de los elementos nutrientes en forma de compuestos orgánicos. Antes de ser incorporado a los cultivos vegetales, los compuestos deben liberarse, normalmente por la acción de microorganismos del suelo a través de un proceso llamado mineralización. La mineralización depende de la disponibilidad de muchos factores, como la temperatura, el agua y el



oxígeno, y del tipo y número de microorganismos presentes en el suelo. (Taiz y Zeiger, 2006).

Los fertilizantes orgánicos liberan los minerales de forma gradual, mientras que los productos comerciales se encuentran disponibles de forma inmediata pero no son retenidos en el suelo durante mucho tiempo. El exceso de minerales que no absorben las raíces se desperdicia, pues la lluvia o el riego lo arrastran. (Campbell y Reece, 2005).

### **2.3.1 Fertilizantes orgánicos basados en ácidos húmicos**

Las sustancias húmicas se hallan en todos los suelos y en todas las aguas y provienen de elementos vegetales de descomposición. Se pueden fraccionar por extracción en humina, ácidos húmicos, ácidos fúlvicos y ácidos úlmicos. (Humintech).

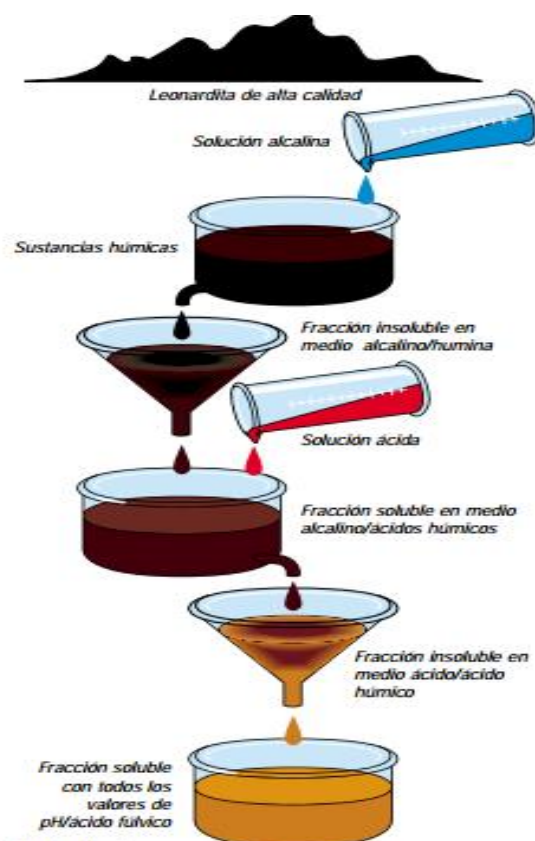


Figura 4. Aislamiento de ácidos húmicos.

Fuente: Humintech. *Los ácidos húmicos*.

Son sustancias complejas de alto peso molecular sintetizadas por los microorganismos del suelo. (Marín y *et al.*, 2002).

Generalmente son polímeros de alto grado que se presentan entrelazados formando coloides esferoidales; su carácter ácido, o sea su capacidad de intercambio catiónico se basa principalmente en la presencia de radicales COOH y OH. (Werner y Bornemisza, 1987).

### 2.3.1.1 Ácidos húmicos y sus efectos

Al respecto Humintech en su página web nos señala lo siguiente:

Efecto sobre los suelos:

- **Los suelos pesados arcillosos**, los ácidos húmicos airean los suelos pesados y mejoran su estructura. De esta manera el

agua, los elementos nutritivos y las raíces pueden penetrar más fácilmente en el suelo.

- **Los suelos ligeros arenosos**, en los suelos arenosos con muy poco humus, los ácidos húmicos envuelven las partículas de arena, incrementan la capacidad de intercambio catiónico (CIC) y la capacidad de retención de humedad y de los elementos nutritivos. Por lo tanto los ácidos húmicos evitan la lixiviación hacia aguas subterráneas de los elementos nutritivos. Estos elementos son retenidos en el suelo con el agua así que quedan disponibles para las plantas.
- **Los suelos ácidos**, debido a su alta capacidad tampón, los ácidos húmicos neutralizan los suelos ácidos. El estrés para las raíces de las plantas causado por el ácido se reduce. Los ácidos húmicos fijan e inmovilizan los elementos nocivos para las plantas, particularmente el aluminio y los metales pesados. De esta forma se reduce y se libera el fosfato unido por el aluminio.
- **Los suelos alcalinos**, por causa de sus altos pH muchos elementos nutritivos vitales y muchos oligoelementos no están a disposición de las plantas, Por la formación de complejos, los ácidos húmicos amortiguan el alto pH y convierten los elementos nutritivos y los oligoelementos en forma disponibles para las plantas. El fosfato bloqueado por el calcio se libera de nuevo y así se convierte en disponible para las plantas.
- **Los suelos secos**, los ácidos húmicos aumentan la capacidad de retención de la humedad del suelo. Por lo tanto también en

periodos secos las plantas tienen agua a su disposición. De esta manera se evitan situaciones de estrés causadas por sequía y el derroche de agua se reduce.

- **Los suelos de erosión**, Si se añaden ácidos húmicos, las sustancias orgánicas del suelo superior se acumulan. La erosión se reduce considerablemente por el aumento de la formación de raíces y por complejos estabilizantes de arcilla – humus.
- **Los suelos salinos**, debido a la alta capacidad de intercambio catiónico (CIC) de los ácidos húmicos, las sales se liberan (Ca y Mg), los cationes se unen y forman quelatos. La alta presión osmótica en las zonas de raíces se reduce.
- **Los suelos cargados con pesticidas, herbicidas y fungicidas**, los ácidos húmicos aumentan la eficacia de pesticidas herbicidas y fungicidas e inmovilizan sus residuos nocivos.

Efecto sobre las plantas:

- **Semillas**, el tratamiento de la semilla con una solución diluida de humato estimula las membranas celulares así como las actividades metabólicas y de este modo aumenta la cuota de germinación.
- **Raíces**, la capacidad de absorción de elementos nutritivos por las raíces se incrementa a causa de la capacidad de intercambio catiónico.

- **Crecimiento de las plantas**, por un incremento de la fotosíntesis y de asimilación de células el contenido de azúcar y de vitaminas aumenta.
- **Enfermedades**, los ácidos húmicos favorecen la actividad de plantas y de este modo su inmunidad contra la invasión de parásitos en las células. Además se estimula la actividad de microorganismos útiles en el suelo (micorriza y antagonistas) y se produce un equilibrio biológico en la zona de las raíces.

### 2.3.2 Fertilizante orgánico a base de aminoácidos

Todas las especies vegetales son capaces de sintetizar los aminoácidos necesarios para la formación de proteínas, a partir del nitrógeno mineral. Para la síntesis de aminoácidos y de las proteínas, la planta efectúa un importante consumo de energía. Moderadamente se ha planteado la posibilidad de suministrar a la planta directamente los aminoácidos necesarios para que ella no realice el trabajo de sintetizarlos, con el consiguiente ahorro energético y obteniendo, a la vez, una respuesta más rápida. (Urbano, 2001)

La planta recibe aminoácidos biológicamente activos de rápida absorción y translocación, lo cual reduce el gasto de energía metabólica por parte de la planta en la síntesis de proteína. También se le atribuyen propiedades bioestimulantes en el crecimiento vegetal. (Soto y Meléndez, 2003).

### **2.3.3 Fertilizante orgánico a base de ácido algínico (algas marinas)**

Al aplicar extractos de algas marinas foliarmente y/o al suelo, los cambios que presentan en las plantas, vigorizándolas, se deben principalmente a la acción y efecto de nutrimentos y los reguladores de crecimiento de las plantas que las algas contienen. (Canales, 1999).

El ácido algínico se encuentra en el alga como una mezcla de sales de calcio y magnesio como iones principales. (Casas y Hernández, 1989).

Quastel y Webley en el año 1847, y Bula en el 2004, concluyeron que, la propiedad de acondicionamiento del suelo por el alga es atribuida al ácido algínico, el cual comprende cerca de 1/3 del contenido de los carbohidratos que contiene la planta. Al descomponerse, éstos se hunden en el suelo y fomentan la multiplicación de las bacterias propias del mismo. Esta acción acondicionadora del suelo mejora la estructura haciéndolo más particulado y estable y por lo tanto favoreciendo la capacidad del suelo de retener agua. Al mismo tiempo los nutrientes son liberados para ser asimilados por las plantas.

### **2.3.4 Fertilizante orgánico a base de quelatos**

Soto y Meléndez (2003) nos dice que, los quelatos son sustancias que forman parte de muchos procesos biológicos esenciales en la fisiología de la plantas, como por ejemplo en el transporte de oxígeno y en la fotosíntesis. Muchas enzimas catalizadoras de reacciones químicas son quelatos. Otros ejemplos de quelatos biológicos naturales incluyen a la clorofila y la vitamina B12. Un quelato es un

compuesto orgánico de origen natural o sintético, que puede combinarse con un catión metálico y lo acompleja, formando una estructura heterocíclica. Los cationes metálicos son ligados en el centro de la molécula, perdiendo sus características iónicas. El quelato protege al catión de otras reacciones químicas como oxidación – reducción, inmovilización, precipitación, etc. Los quelatos son formulados para suplir nutrientes individuales o combinados. Es común encontrar formulaciones que contienen varios nutrientes, a menudo incluyendo todos los micronutrientes y algunos elementos mayores como N, Ca, Mg y S. Estas fórmulas completas son conocidas como “multiminerales”.

Finck (1988) nos indica que, los quelatos metálicos se utilizan como abonos con el objetivo de protegerlos a los cationes de metales pesados de ser fijados en el suelo, o para facilitar su absorción por las hojas. Las plantas son capaces de absorber los quelatos como moléculas completas y utilizar después el metal en el intercambio químico.

Muchos agentes quelatantes orgánicos son ácidos débiles que reaccionan con iones metálicos para formar complejos neutros, que son muy solubles en disolventes orgánicos. (Skoog, 1997).

## 2.4 BIOFERTILIZANTES

Los biofertilizantes son entidades biológicas bien definidas o productos obtenidos a partir de la actividad de organismos vivos, aprovechando la simbiosis entre las plantas, suelo, organismo y microorganismos. (Mendoza y Ramírez, 1997).

Ortega (2012) manifiesta que, los biofertilizantes están elaborados a base de microorganismos que son benéficos para las plantas. Entre los microorganismos y las plantas se desarrolla una relación mutualista conocida como simbiosis; es decir, ambos se ven beneficiados en su crecimiento.

Los biofertilizantes aplicados al suelo o a las semillas desempeñan funciones que benefician la productividad de las plantas. Entre las ventajas que ofrecen se encuentran: aumentan la actividad de otros microorganismos y a la vez favorecen la absorción del agua, dándoles a las plantas tolerancia a la sequía, y ayudan a la solubilización de minerales y a la producción de estimuladores de crecimiento vegetal. (Peña del Rio *et al.*, 2009).

- **Humax**, Humax, es un Ácido Húmico Sólido Granulado, procedente de la Leonardita, altamente concentrado, ideal para todo tipo de cultivos, es importante en las etapas iniciales por ser promotor de las raíces.



Foto N° 11 Abono Orgánico Humax



- **Koripacha – Bio**, es un activador y regulador de los suelos, también activa y regula las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, permitiendo un mejor desarrollo de las raíces del cultivo en todo su período vegetativo. Al tener una capacidad de intercambio catiónico mayor a 70 meq.; aumenta la capacidad de retención de nutrientes aumentando directamente la fertilidad del suelo.



Foto N° 12 Abono Orgánico Koripacha-Bio.

- **Terramar**, es un compuesto orgánico a base de Ácido Alginico (concentrado en un 5 % ) , Aminoácidos con 5% y además de Micronutrientes Quelatados concentrados en un 5 % y de ácido húmico en un 15% , ideal para todo tipo de cultivos. Mejora las características físico-químicas del suelo tales como su estructura y su Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC).



Foto N° 13 Abono Orgánico Terramar.

## CAPITULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 LUGAR DEL EXPERIMENTO

El experimento se condujo en el Distrito de San Jerónimo, que Según INRENA (1995) de acuerdo al mapa ecológico pertenece a Bosque Seco – Montano Bajo Subtropical (bs – MBS) con las siguientes vegetaciones: retama (*Spartium junceum*) el eucalipto (*Eucaliptus globulus*), el capulí (*Prunus capollin*), chamana (*Dodonaea viscosa*) entre otros. Se desarrolla una agricultura de secano donde destacan los cultivos de maíz (*Zea mays*), papa (*Solanum tuberosum*), haba (*Vicia faba*), arveja (*Pisum sativum*), trigo (*Triticum vulgare*) y diversas hortalizas tales como repollo (*Brassica oleracea*), zanahoria (*Daucus carota*) y rabanito (*Raphanus sativus* L.). El patrón edáfico está constituido por suelos generalmente de textura media a pesada, de reacción neutra a calcárea. La parcela experimental está caracterizada por un suelo de textura arcillosa, con un alto contenido de macronutrientes (N – P – K), una conductividad eléctrica normal y un pH ligeramente alcalino.

El SENAMHI (2015) reporta para el distrito de San Jerónimo con temperaturas mínimas de 9.8 °C y máximas de 25.2 °C y una precipitación anual de 604.2 mm.

### 3.1.1 Ubicación poblacional.

- **REGION** : Apurímac.
- **PROVINCIA** : Andahuaylas.
- **DISTRITO** : San Jerónimo.
- **LOCALIDAD** : San Jerónimo.

#### 3.1.1.1 Ubicación geográfica

El distrito de San Jerónimo se encuentra a una altitud de 2965 msnm., y corresponde al ámbito geográfico de la provincia de Andahuaylas de la región Apurímac, teniendo como puntos geográficos:

- **LATITUD SUR** :  $13^{\circ}38'54.82''$
- **LONGITUD OESTE** :  $73^{\circ}21'44.49''$
- **ALTITUD** : 2965 msnm



Figura 5. Ubicación de la zona de estudio.

Fuente: Google Earth.

### 3.1.1.2 Ubicación hidrográfica

- **CUENCA** : Cuenca del río Pampas.
- **SUB CUENCA** : Chumbao.
- **MICROCUENCA** : Río Chumbao.

### 3.1.1.3 Historial del campo experimental

En las instalaciones de las parcelas experimentales durante los 4 años atrás se sembraron lo siguientes cultivos:

- Campaña agrícola 2010 al 2011, cultivo de maíz.
- Campaña agrícola 2011 al 2012, cultivo de maíz.
- Campaña agrícola 2012 al 2013, cultivo de papa.
- Campaña agrícola 2013 al 2014, cultivo de maíz.

## 3.2 UBICACIÓN ECOLÓGICA

Según INRENA (1995) de acuerdo al mapa ecológico pertenece a Bosque Seco – Montano Bajo Subtropical (bs – MBS) con las siguientes vegetaciones: retama (*Spartium junceum*) el eucalipto (*Eucalyptus globulus*), el capulí (*Prunus capollin*), chamana (*Dodonaea viscosa*) entre otros. Se desarrolla una agricultura de secano donde destacan los cultivos de maíz (*Zea mays*), papa (*Solanum tuberosum*), haba (*Vicia faba*), arveja (*Pisum sativum*), trigo (*Triticum vulgare*) y diversas hortalizas tales como repollo (*Brassica oleracea*), zanahoria (*Daucus carota*) y rabanito (*Raphanus sativus* L.). El patrón edáfico está constituido por suelos generalmente de textura media a pesada, de reacción neutra a calcárea. La parcela experimental está caracterizada por un suelo de textura arcillosa, con un alto contenido

de macronutrientes (N – P – K), una conductividad eléctrica normal y un pH ligeramente alcalino.

El SENAMHI (2015) reporta para el distrito de San Jerónimo con temperaturas mínimas de 9.8 °C y máximas de 25.2 °C y una precipitación anual de 604.2 mm.

### **3.3 MATERIALES**

#### **3.3.1 Material Biológico.**

El material biológico de Rabanito variedad Crimson Giant que se utilizó fue adquirido en una tienda comercial de semillas, una cantidad de 300 g de semilla.

##### **3.3.1.1 Características Fisiológicas.**

- **Planta :** Alta y vigorosa, 12 a 15 cm de altura
- **Hojas:** Las hojas son imparipinnadas, de pecíolo largo y de forma ovalada, de borde dentado y el ápice más grande. Algunos autores sugieren que existe cierta proporcionalidad directa entre el tamaño de las hojas cotiledones y el de la raíz carnosa.
- **Flores:** Las flores pueden ser de color blanco, rosado, violeta y en algunas ocasiones amarillas, son de estructura similar a la de las crucíferas. Generalmente el rabanito es cosechado antes de que llegue a la fase reproductiva.
- **Raíces:** Grandes cabezas en forma de nabo, de color escarlata brillante. Pulpa tierna, quebradiza y suave, con excelente sabor.



Foto N°10 Rabanito Variedad Crimson Giant.

### 3.3.1.2 Características Agronómicas.

- **Periodo Vegetativo:** Crimson Giant de raíz grande y de forma redonda, con pulpa suave y crujiente, puede cosecharse a los 30 días después de siembra; Champion, con raíz grande de forma ovalada, de pulpa sólida y consistencia suave, de follaje pequeño.
- **Rendimiento producción:** Híbrido con excelente potencial de producción de hasta 16.400 Kg/Ha, Es una variedad de excelente rendimiento, buena precocidad, rusticidad y de elevada uniformidad de plantas y de inflorescencias.
- **Adaptación:** Temperatura Las temperaturas favorables para el desarrollo del rábano o rabanito deberán encontrarse entre los 15 – 18 °C, con mínimas de 4 °C y máximas de 21 °C. Si el cultivo es expuesto a temperaturas por debajo de los 7°C, durante un período prolongado, puede estimularse la emisión prematura del tallo floral.

### **3.4 Materiales de gabinete**

1. PC con procesador Intel Core i5 de 3.20 GHz.
2. Microsoft Office 2013.
3. Software estadístico Minitab v16 e InfoStat.
4. Útiles de escritorio.

### **3.5 Insumos agrícolas y herramientas**

1. Humax<sup>®</sup> 90.
2. Koripacha - Bio<sup>®</sup>
3. Terramar<sup>®</sup>
4. Herramientas agrícolas: pala, rastrillo y pico.
5. Wincha, cordel, yeso.
6. Libreta de campo, lápiz.
7. Cámara fotográfica compacta digital de 14 megapíxeles.

### 3.6 METODOLOGÍA

#### 3.6.1 DISEÑO EXPERIMENTAL.

El experimento se realizó bajo las siguientes aplicaciones (tratamientos) de una sola dosis de enmiendas orgánicas comerciales. Para Terramar<sup>®</sup> 25000 kg. Ha<sup>-1</sup>, Humax<sup>®</sup> 25000 kg. Ha<sup>-1</sup> y Koripacha - Bio<sup>®</sup> 25000 kg. Ha<sup>-1</sup> en comparación con el testigo que resultó de no aplicar ninguna enmienda orgánica.

Para el presente estudio se utilizó el diseño estadístico de Bloques Completamente al Azar (BCA), con 4 tratamientos incluyendo al testigo y 4 con cuatro repeticiones, teniendo un total 16 unidades experimentales; cuyo modelo lineal fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \beta_i + \alpha_j + \varepsilon_{ij}$$

Dónde:

$Y_{ij}$  = valor de la característica en estudio debido a la enmienda orgánica  $i$ , y al bloque  $j$ ,  $\mu$  = efecto común de todas las observaciones;  $\beta_i$  = efecto de las enmiendas orgánicas;  $\alpha_j$  = efecto del bloque  $j$ ;  $\varepsilon_{ij}$  = error de observación sobre la unidad experimental  $ij$ .

El área total del terreno donde se condujo la experimentación fue de 120 m<sup>2</sup>, para cada unidad experimental fue de 2 m<sup>2</sup> (2 m de ancho y 1 m de largo) y el espacio entre cada unidad experimental fue de 1 m.

Los tratamientos se describen a continuación:



| Tratamientos | Identificación o clave | Descripción     |
|--------------|------------------------|-----------------|
| T1           | T                      | Testigo         |
| T2           | TRM                    | Terramar        |
| T3           | H90                    | Humax – 90      |
| T4           | KPB                    | Koripacha – Bio |

### 3.6.2 CANTIDAD DE ENMIENDA POR TRATAMIENTO EN ESTUDIO

Figura N° 06 Claves de cada uno de los tratamientos.

| Clave      | Cantidad De Enmienda/<br>unidad experimental | Cultivo                         |
|------------|--|---------------------------------|
| <b>T</b>   | Testigo : -----                              | Rabanito Variedad Crimson Giant |
| <b>TRM</b> | Terramar: 20 kg.                             | Rabanito Variedad Crimson Giant |
| <b>H90</b> | Humax - 90: 20 kg.                           | Rabanito Variedad Crimson Giant |
| <b>KPB</b> | Koripacha - Bio: 20 kg.                      | Rabanito Variedad Crimson Giant |

Fuente: Elaboración propia.

### 3.6.3 CARACTERÍSTICAS DEL DISEÑO EXPERIMENTAL.

#### 3.6.3.1 Del Campo Experimental.

- Largo del Campo : 9.50 m
- Ancho del Campo : 5.50 m

#### 3.6.3.2 De los Bloques.

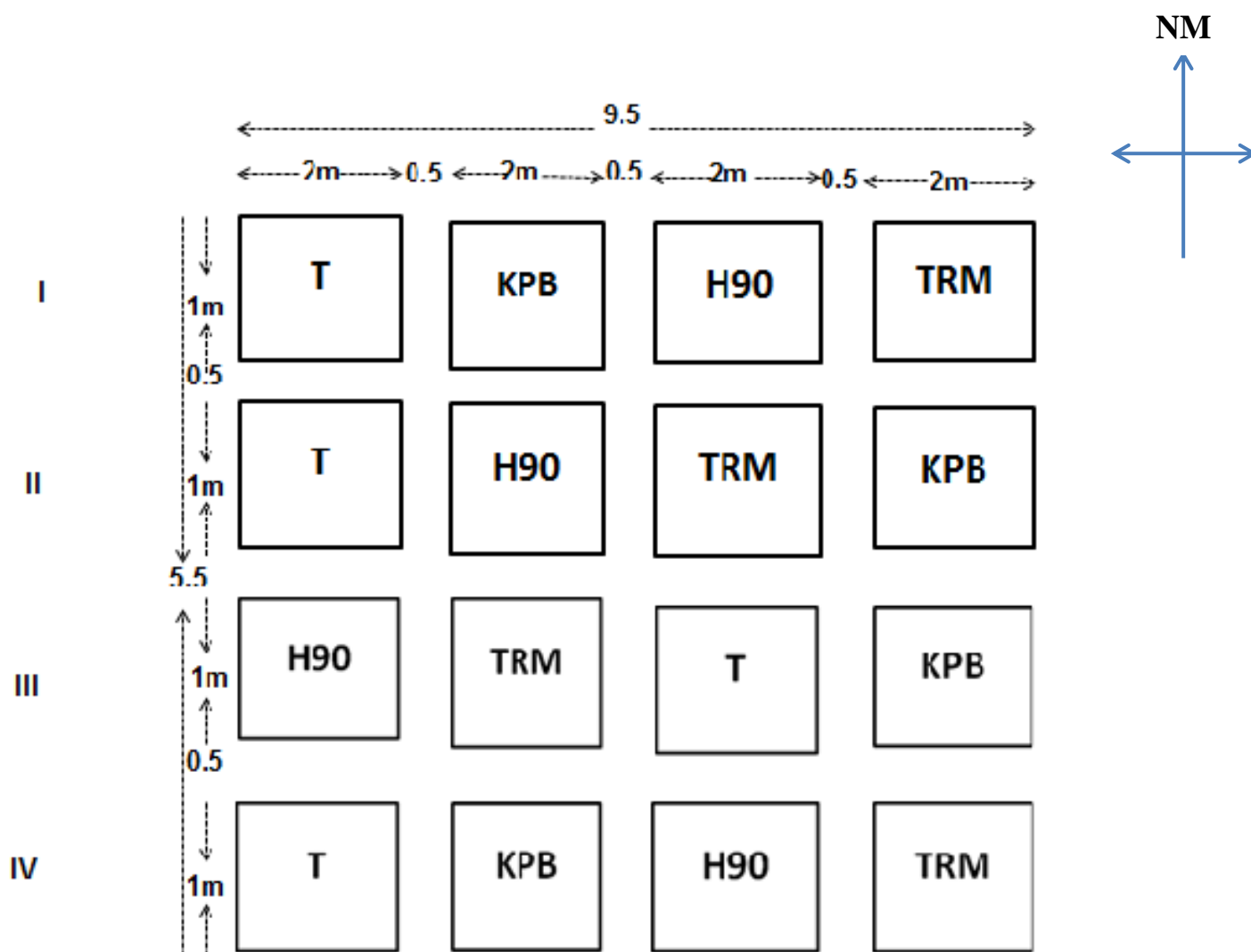
- Largo del Bloque : 1 m
- Ancho del Bloque : 2 m
- Numero de Bloque : 4
- Distancia entre Bloques : 0.5 m

### 3.6.3.3 De las Parcelas.

- Número Total de Parcelas : 16
- Largo de la Parcela : 9.5 m
- Ancho de la Parcela : 5.5 m

## 3.7 CROQUIS DEL EXPERIMENTO

Figura 7. Esquema del diseño en campo, las columnas representan los tratamientos y las filas las repeticiones de los tratamientos.



Fuente: Elaboración propia.

Así mismo para probar la hipótesis se empleó el análisis de varianza para la media de los tratamientos en estudio.

### **3.8 INSTALACIÓN DEL EXPERIMENTO**

#### **3.8.1 Preparación del terreno**

Respecto al manejo agronómico las labores fueron iguales para todas las unidades experimentales a excepción de los tratamientos. Para la preparación del suelo, se utilizó pico en la roturación del suelo a una profundidad de 25 cm, de igual manera para el mullido y posteriormente rastrillo para la nivelación del terreno.

#### **3.8.2 Siembra**

La siembra se realizó el 19 de julio del 2014 (estación seca) en hileras con un espacio de 20 cm entre ellas, y una distancia de 5 cm entre planta y planta. El raleo se realizó a los 10 días transcurrido la siembra, la variedad de rabanito utilizada para la siembra fue la Crimson Giant. El riego fue por aspersión y no hubo presencia de plagas ni enfermedades.

La aplicación de las enmiendas orgánicas en las distintas unidades experimentales consistió al momento de la siembra en una sola aplicación por el tipo de cultivo (ciclo corto) a razón de 25000 kg. Ha<sup>-1</sup> tomando en cuenta la necesidad nutricional del cultivo y el contenido nutricional de las enmiendas orgánicas.

Se cosecharon los rabanitos a los 30 días transcurridos la siembra, el día 19 de agosto del 2014, de un total de 1600 plantas.

### 3.9 CARACTERISTICAS EVALUADAS

La recolección de información para perseguir los objetivos se realizó cada semana y se tuvo en consideración las siguientes variables:

#### **Variables agronómicas**

1. **Altura de la planta**, medido en centímetros desde la superficie del suelo hasta la inserción de la última hoja. Esta variable se midió desde la primera semana hasta el momento de la cosecha.
2. **Número de hojas por planta**, se realizó el conteo a lo largo del desarrollo fenológico de la planta. La evaluación se realizó de manera paralela con la variable altura de planta.
3. **Área foliar**, medido en  $\text{cm}^2$  se realizó al momento de la cosecha.
4. **Diámetro de la raíz**, medido en centímetros al momento de la cosecha.
5. **Rendimiento**, medido en unidad de masa (gramos) al momento de la cosecha.
6. **Análisis foliar**, por cada tratamiento se escogió 16 plantas (4 plantas por unidad experimental) a los 30 días después de la siembra, las cuales posteriormente fueron llevados al laboratorio para su respectivo análisis químico.

### **Variables edáficas**

1. **Humedad del suelo (volumétrica)**, se hizo un muestreo por cada unidad experimental, utilizando para ello un cilindro de acero con un volumen de  $861.5 \text{ cm}^3$ . El contenido de humedad del suelo es expresado en volumen.
2. **Densidad real y aparente**, se determina en función a la muestra de suelo de cada tratamiento, obtenida por el cilindro de acero de volumen conocido. La densidad es el resultado de dividir la masa del suelo entre el volumen del suelo contenido en el cilindro de acero.
3. **Relación de vacíos**, se determina en función al volumen ocupado por aire y agua entre el volumen de suelo de cada tratamiento en estudio, contenido en el cilindro de acero.
4. **Grado de saturación**, se determina en función al volumen del agua que ocupa los volúmenes porosos de la muestra de suelos recolectada de cada tratamiento mediante un cilindro de acero con volumen de  $861.5 \text{ cm}^3$ .

## CAPITULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIONES

#### 4.1 VARIABLES AGRONÓMICAS

##### 4.1.1 Variable altura de plantas

Somarriba (1998) nos dice que la altura de planta es una característica fisiológica de mucha importancia en el desarrollo de la planta puesto que de ella depende la acumulación de nutrientes en el tallo que se producen durante la fotosíntesis los que a su vez son transferidos a la raíz de la planta.

De acuerdo al análisis de varianza (Tabla 1), no hubo diferencias significativas desde el punto de vista estadístico entre los tratamientos respecto a la variable altura de planta durante todo el desarrollo de la planta de rabanito.

Tabla 1. Análisis de varianza de la variable altura de planta.

#### Análisis de la varianza

| Variable    | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV    |
|-------------|----|----------------|-------------------|-------|
| Altura (cm) | 16 | 0.53           | 0.21              | 15.17 |

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V.         | SC    | gl | CM   | F    | p-valor |
|--------------|-------|----|------|------|---------|
| Modelo.      | 34.80 | 6  | 5.80 | 1.66 | 0.2369  |
| Tratamientos | 20.00 | 3  | 6.67 | 1.91 | 0.1986  |
| Bloques      | 14.80 | 3  | 4.93 | 1.41 | 0.3017  |
| Error        | 31.43 | 9  | 3.49 |      |         |
| Total        | 66.22 | 15 |      |      |         |

Analizando la tabla 1, se tiene que el nivel de significación ( $\alpha$ ) para contrastar la hipótesis de que las medias de los tratamientos son iguales, fue de 0.05 (95% de confianza) frente a lo obtenido por el software que arrojó un valor  $p = 0.1986$ , también se observa que

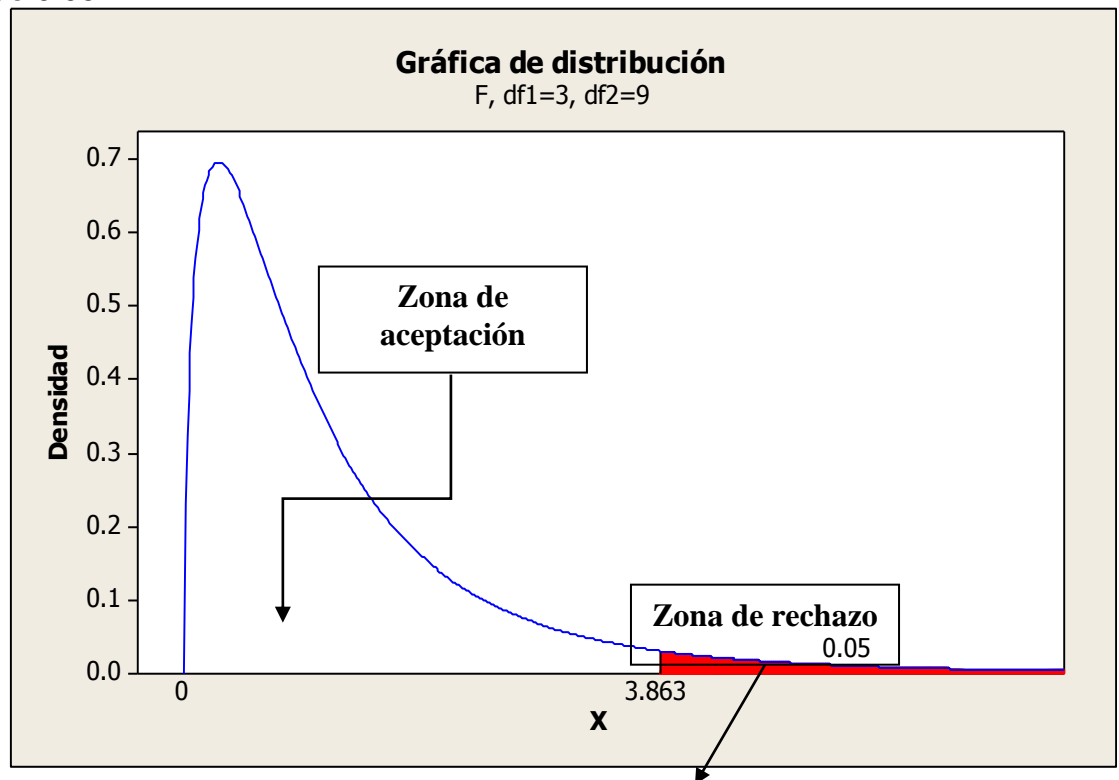
existe un valor F calculado igual a 1.91 frente al F tabulado cuyo valor es de 3.863. Posteriormente se procedió bajo el siguiente criterio de decisión para aceptar o rechazar la hipótesis de trabajo (nula):

- Si  $p > \alpha$  se acepta la hipótesis nula.
- Si  $p < \alpha$  se rechaza la hipótesis nula.

Ó

- Si  $F_{\text{calculado}} > F_{\text{tab}}$  se rechaza la hipótesis nula.
- Si  $F_{\text{calculado}} < F_{\text{tab}}$  se acepta la hipótesis nula.

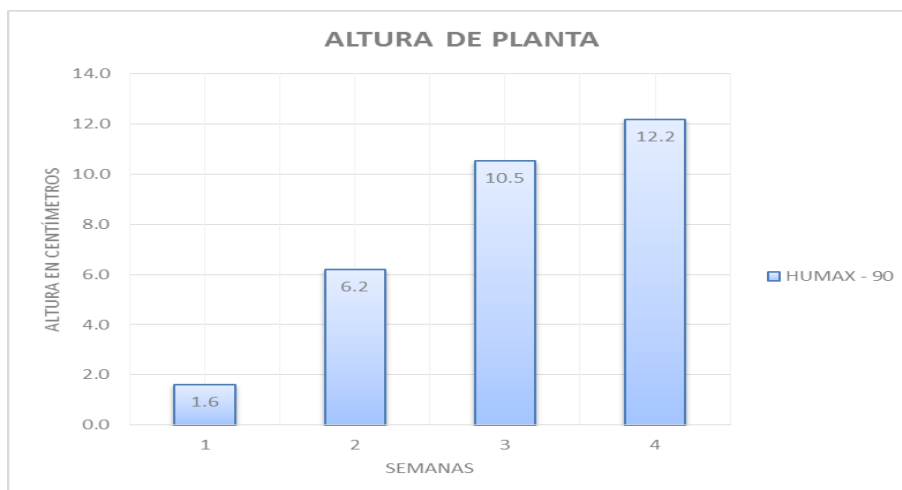
Figura 8. Gráfica de distribución de probabilidad F con una probabilidad de 0.05.



Fuente: Elaboración propia.

La altura promedio semanal registrado de la planta de rabanito bajo el tratamiento Humax® 90 se observa en la figura 9.

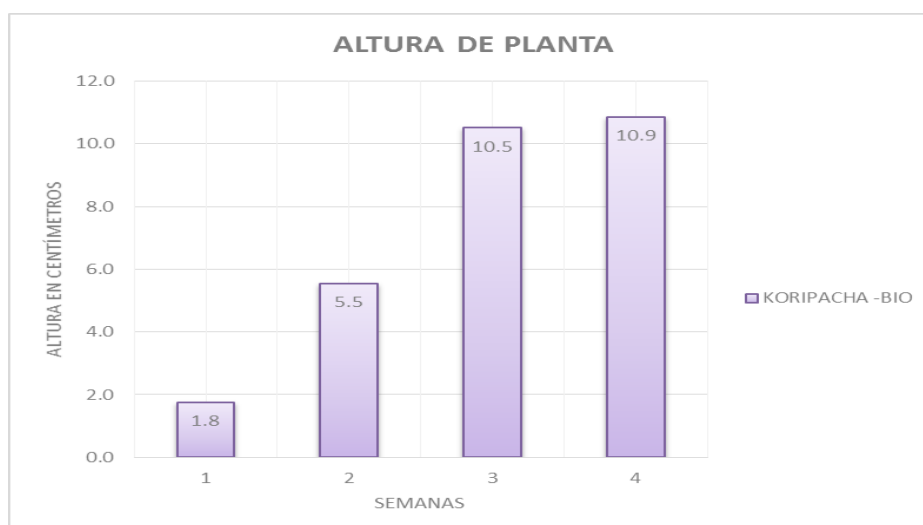
Figura 9. Promedio de crecimiento semanal de las plantas de rabanito bajo el tratamiento Humax® 90



Fuente: Elaboración propia.

Del mismo modo se observa para el tratamiento Koripacha – Bio® en la figura 10.

Figura 10. Promedio de crecimiento semanal de las plantas de rabanito bajo el tratamiento Koripacha – Bio®.

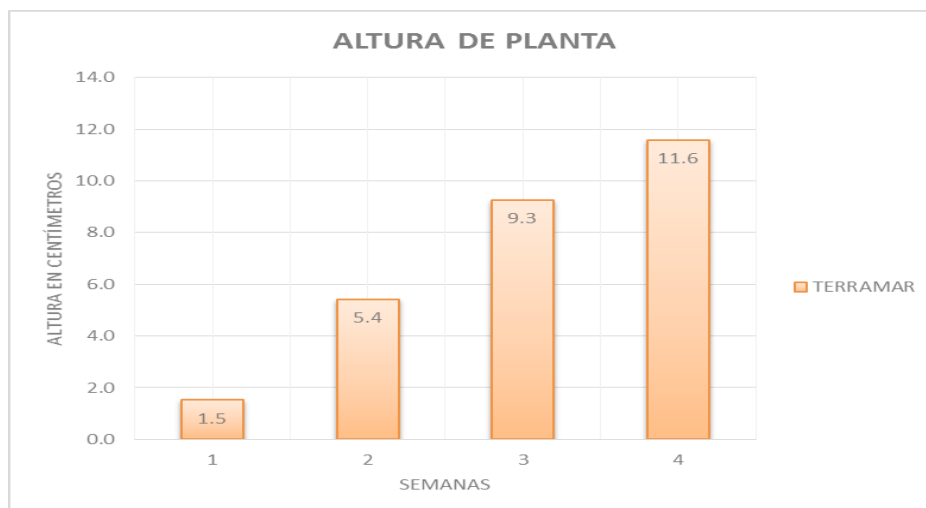


Fuente: Elaboración propia.

Para los tratamientos Terramar® y testigo se aprecia en las figuras 11 y 12 respectivamente.

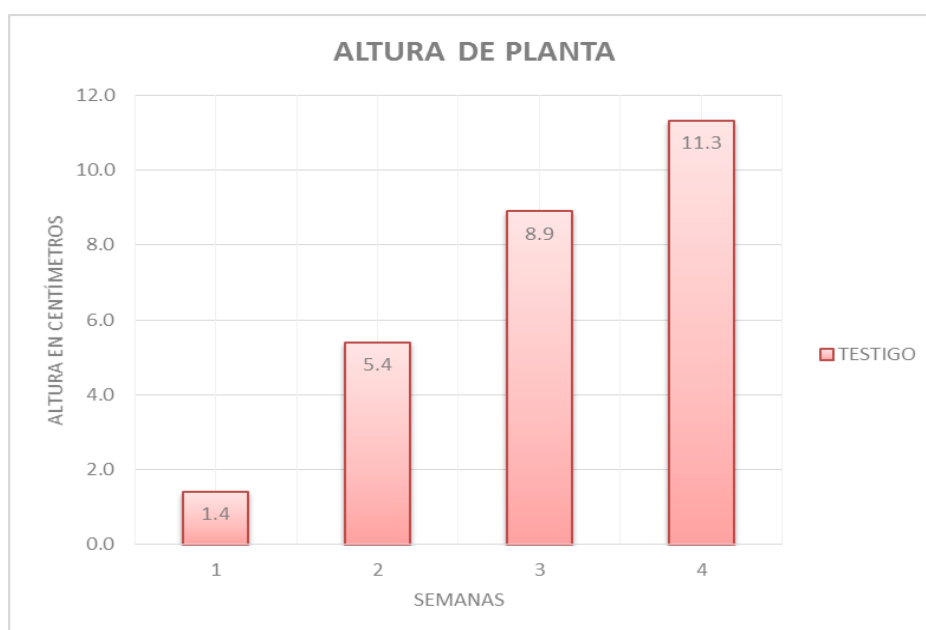
Figura 11. Promedio de crecimiento semanal de las plantas de rabanito bajo el tratamiento Terramar®





.Fuente: Elaboración propia.

Figura 12. Promedio de crecimiento semanal de las plantas de rabanito bajo el tratamiento Testigo.

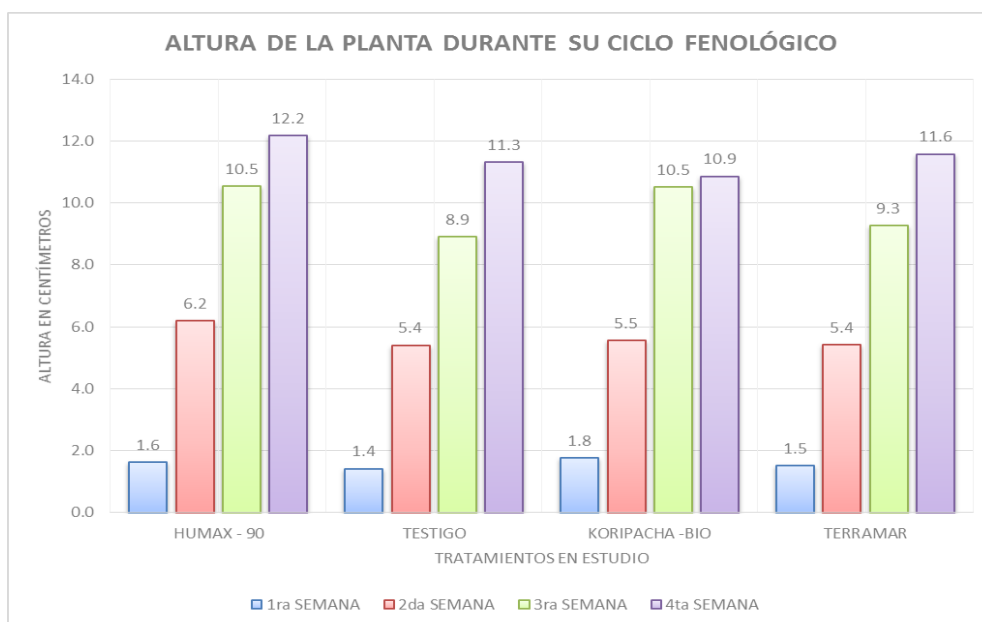


Fuente: Elaboración propia.

Finalmente se observa que finalizado su ciclo fenológico (figura 12.), el cultivo de rabanito alcanzó una altura promedio de 12.3 centímetros para el tratamiento Humax® - 90, el testigo de 11.3 centímetros, mientras que el Koripacha – Bio® fue de 10.9 centímetros y

finalmente el tratamiento Terramar® con una altura de 11.6 centímetros por planta.

Figura 13. Promedio de crecimiento semanal de las plantas de rabanito bajo los 4 tratamientos en estudio.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2. Resumen del análisis de varianza y prueba Tukey en altura de planta al momento de la cosecha.

| TRATAMIENTOS    | PROMEDIOS | SIGNIFICANCIA    |
|-----------------|-----------|------------------|
| Testigo         | 11.3      | No Significativo |
| Koripacha - Bio | 10.9      | No Significativo |
| Terramar        | 11.6      | No Significativo |
| Humax - 90      | 12.2      | No Significativo |

Según la Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial Enero (2012). Efecto de inoculación de microorganismos en crecimiento De rábano (*raphanus sativus*), menciona Los resultados obtenidos evidenciaron un incremento permanente en la longitud de

las plantas en los seis tratamientos hasta el tiempo de cosecha. Se evaluó el diferencial promedio de crecimiento total a lo largo de las siete semanas para cada uno de los tratamientos. Durante las semanas 4 y 5 de cultivo, el tratamiento de fertilización química (T1) presento a los demás tratamientos. El mayor incremento promedio del crecimiento de plántulas de rábano corresponde al tratamiento de fertilización química (T1), siendo este tratamiento considerado referencia en cuanto al incremento promedio de las plántulas debido a que el tratamiento de suelos con fertilizantes químicos aumenta la disponibilidad inmediata de los macronutrientes necesarios para el crecimiento de la planta. En este sentido se resalta el incremento reflejado por el tratamiento con inoculo de *B. Licheniformis* (T3), que alcanzó un incremento de  $14.50 \pm 3.05$  cm. Esto tiene semejanza a estudios con formulaciones de *B. Licheniformis*, los cuales mostraron gran actividad promotora del crecimiento en plantas de tomate, además de control de enfermedades, debido a la fuerte actividad antagónica de este microorganismo.

T0.C control.

T1.F fertilización Química.

T2. *B. Pumillus*.

T3. *B. Licheniformis*.

T4. *Azotobacter*

T5. *B. Pumillus* + *B. Licheniformis*+ *Azotobacter sp.*

#### 4.1.2 Variable número de hojas

De acuerdo al análisis de varianza (Tabla 3) se observa que se tiene un valor  $\alpha$  menor que  $p$  así como un  $F$  calculado mayor que el  $F$  tabulado, razones suficientes para concluir que si existe diferencia significativa desde el punto de vista estadístico respecto a los tratamientos en estudio.

Tabla 3. Análisis de varianza de la variable cantidad o número de hojas.

##### Análisis de la varianza

| Variable        | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV   |
|-----------------|----|----------------|-------------------|------|
| Número de hojas | 16 | 0.75           | 0.58              | 4.63 |

##### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V.         | SC   | gl | CM   | F    | p-valor |
|--------------|------|----|------|------|---------|
| Modelo.      | 2.64 | 6  | 0.44 | 4.43 | 0.0232  |
| Tratamientos | 1.28 | 3  | 0.43 | 4.28 | 0.0390  |
| Bloques      | 1.37 | 3  | 0.46 | 4.58 | 0.0328  |
| Error        | 0.90 | 9  | 0.10 |      |         |
| Total        | 3.54 | 15 |      |      |         |

Consecuentemente se realizó el método de la diferencia significativa honesta de Tukey para comparar entre las medias de cada tratamiento cuál o cuáles de ellas resulto superior al resto.

Tabla 4. Resultado de la Prueba Tukey para los tratamientos en estudio de la variable número de hojas.

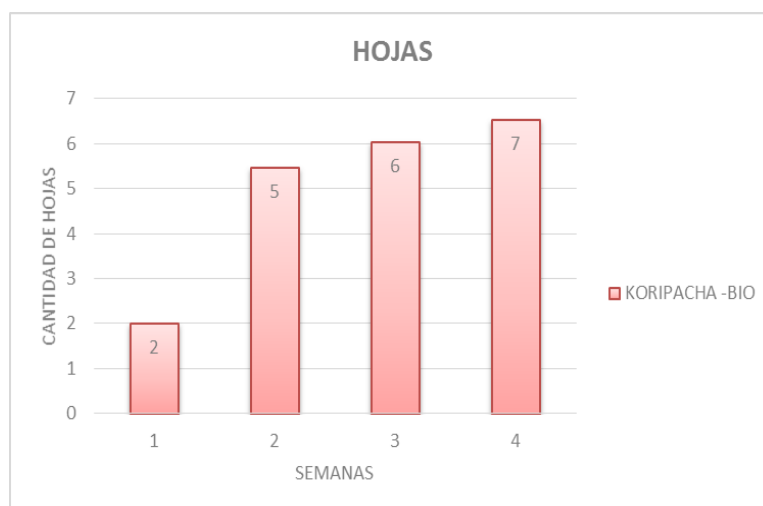
##### Método de Tukey: 95.0 porcentaje LSD

| Tratamientos    | Casos | Media LS | Sigma LS | Grupos Homogéneos |
|-----------------|-------|----------|----------|-------------------|
| Koripacha - Bio | 4     | 6.525    | 0.157688 | X                 |
| Testigo         | 4     | 6.55     | 0.157688 | X                 |
| Humax - 90      | 4     | 7.025    | 0.157688 | XX                |
| Terramar        | 4     | 7.1625   | 0.157688 | X                 |

De acuerdo a la prueba Tukey (Tabla 4) el mayor promedio de número de hojas se consiguió con el tratamiento Terramar®.

El aumento promedio de hojas para el tratamiento Koripacha - Bio® se aprecia en la figura 14 con un total de 7 hojas al finalizar su ciclo fenológico.

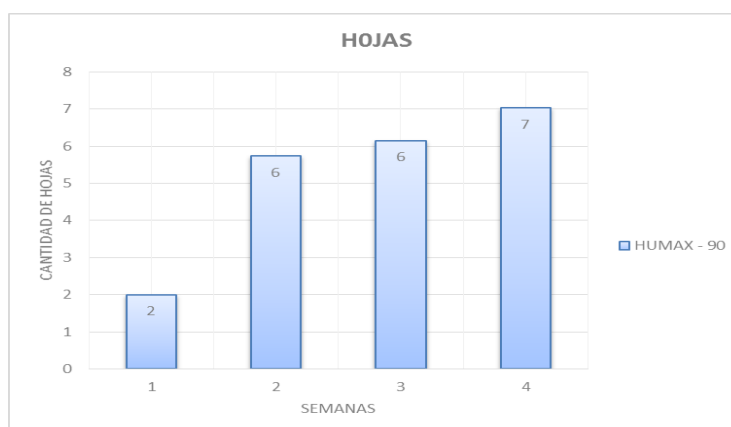
Figura 14. Promedio de cantidad de hojas semanal de las plantas de rabanito bajo el tratamiento Koripacha - Bio®.



Fuente: Elaboración propia.

Mientras que para el tratamiento Humax® - 90 el número promedio de hojas al momento de la cosecha fue de 7 (figura 15).

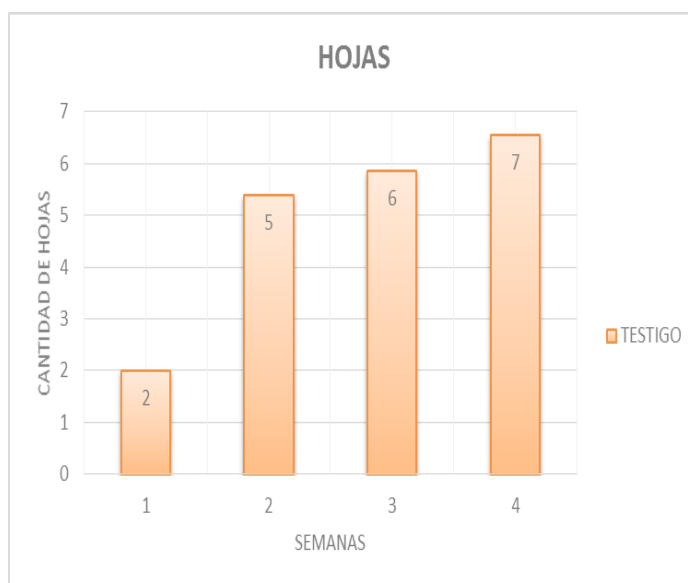
Figura 15. Promedio de cantidad de hojas semanal de las plantas de rabanito bajo el tratamiento Humax® 90.



Fuente: Elaboración propia.

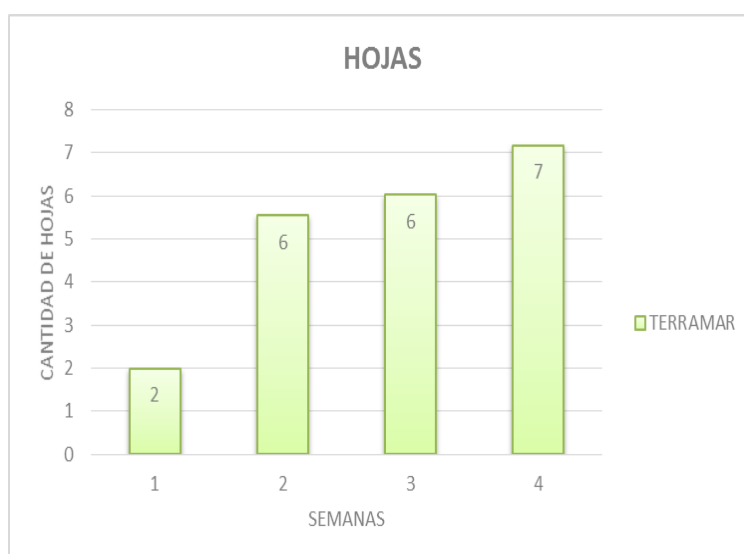
En relación al tratamiento testigo (figura 14) se observa que al momento de la cosecha alcanza un promedio de 7 hojas; de igual forma para el tratamiento Terramar® (Figura 15).

Figura 16. Promedio de cantidad de hojas semanal de las plantas de rabanito bajo el tratamiento Testigo.



Fuente: Elaboración propia.

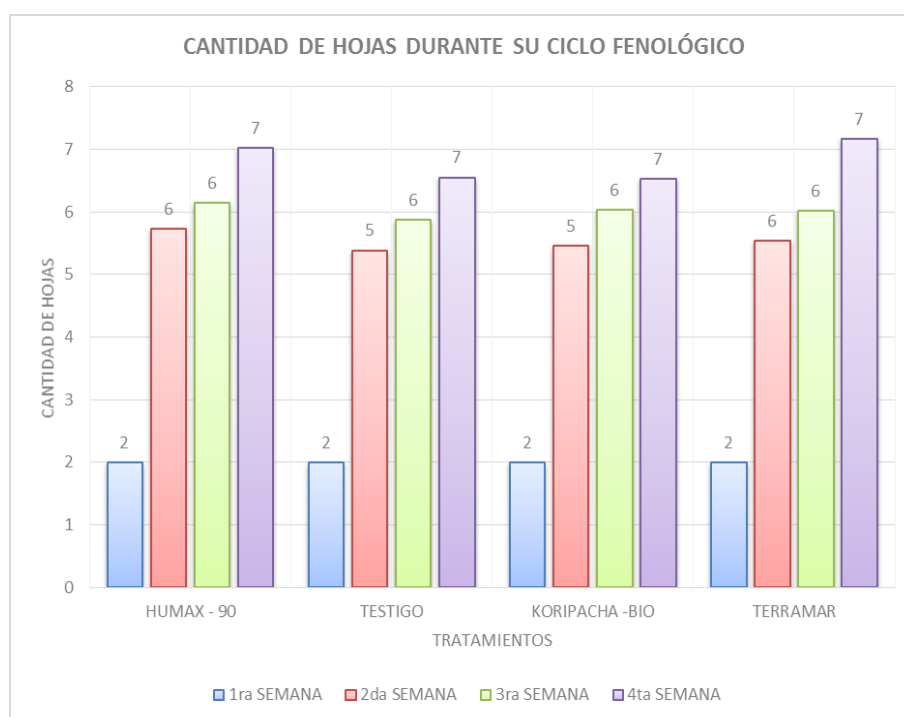
Figura 17. Promedio de cantidad de hojas semanal de las plantas de rabanito bajo el tratamiento Terramar®.



Fuente: Elaboración propia.

Los tratamientos que alcanzaron la mayor cantidad de hojas en la segunda semana fueron el Humax® - 90 y el Terramar®, posteriormente los cuatro tratamientos se homogenizan a partir de la tercera semana en cuanto a la cantidad de hojas y finalmente al momento de la cosecha los tratamientos que sobresalen son Terramar® y Humax® - 90 (figura 18).

Figura 18. Promedio de cantidad de hojas semanal de las plantas de rabanito bajo los 4 tratamientos en estudio.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5. Resumen del análisis de varianza y prueba Tukey.

| TRATAMIENTOS    | PROMEDIOS | SIGNIFICANCIA    |
|-----------------|-----------|------------------|
| Testigo         | 6.55      | No Significativo |
| Koripacha - Bio | 6.53      | No Significativo |
| Terramar        | 7.16      | Significativo    |
| Humax - 90      | 7.03      | No Significativo |

Según la Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial Enero (2012). El incremento en el promedio de número de hojas para los tratamientos T0 y T1 fue mayor en el tratamiento (T0) en donde no se utilizó ningún tipo de fertilizante, alcanzando un incremento promedio de 6 hojas. Los tratamientos inoculados con los microorganismos en los tratamientos T2, T3 y T4 mostraron un incremento total promedio entre 4 y 5 hojas. Algunos autores afirman que un rápido crecimiento y una mayor expansión de hojas y raíces se presenta cuando no hay otras plantas competidoras en la cercanía [17]. A mayor densidad de cultivo, una planta que crece más rápido que su vecina próxima, utilizará una mayor cantidad de un determinado recurso disponible e incrementará su tasa de crecimiento en general, lo que puede explicar el comportamiento de los tratamientos sin fertilización y con fertilización química.

T0.Control.

T1.Fertilización Química.

T2. *B. Pumillus*.

T3. *B. Licheniformis*.

T4. *Azotobacter*

T5. *B. Pumillus* + *B. Licheniformis*+ *Azotobacter sp.*

#### **4.1.3 Variable diámetro de raíz**

Respecto a la variable diámetro de raíz, se reporta que desde el punto de vista estadístico existen diferencias estadísticas; pues el valor p es menor al nivel de significación  $\alpha = 0.05$ , razón suficiente para rechazar la hipótesis de igualdad de medias (tabla 5).



Tabla 6. Análisis de la varianza para la variable diámetro de raíz.

#### Análisis de la varianza

| Variable      | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV    |
|---------------|----|----------------|-------------------|-------|
| Diametro (cm) | 16 | 0.72           | 0.53              | 17.46 |

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V.         | SC    | gl | CM   | F    | p-valor |
|--------------|-------|----|------|------|---------|
| Modelo.      | 8.42  | 6  | 1.40 | 3.77 | 0.0370  |
| Bloques      | 3.61  | 3  | 1.20 | 3.23 | 0.0748  |
| Tratamientos | 4.81  | 3  | 1.60 | 4.30 | 0.0384  |
| Error        | 3.35  | 9  | 0.37 |      |         |
| Total        | 11.77 | 15 |      |      |         |

Se recurrió al método de la diferencia significativa honesta de Tukey para determinar cuál o cuáles de los tratamientos en estudio mostro mejores resultados en la variable diámetro de raíz,( ver tabla 7), siendo Koripacha - Bio® el tratamiento sobresaliente en comparación de los demás.

Tabla 7. Resultado de la Prueba Tukey para los tratamientos en estudio de la variable número de hojas.

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1.34689

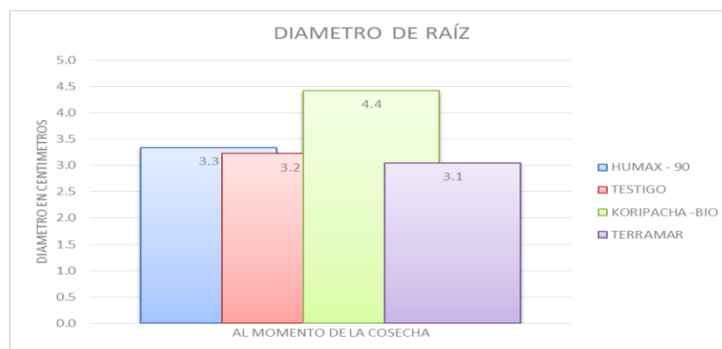
Error: 0.3723 gl: 9

| Tratamientos    | Medias | n | E.E. |     |
|-----------------|--------|---|------|-----|
| Terramar        | 3.03   | 4 | 0.31 | A   |
| Testigo         | 3.20   | 4 | 0.31 | A B |
| Humax - 90      | 3.33   | 4 | 0.31 | A B |
| Koripacha - Bio | 4.43   | 4 | 0.31 | B   |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

Al momento de la cosecha se observó (ver figura 18) que el diámetro alcanzado por cada tratamiento fue de: 3.3 cm para Humax® - 90, 3.2 centímetros para el Testigo, 3.1 centímetros para el Terramar® y finalmente 4.4 centímetros para el Koripacha - Bio®.

Figura 19. Promedio del diámetro de raíces de rabanito bajo los 4 tratamientos en estudio al momento de la cosecha.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8. Resumen del análisis de varianza y prueba Tukey.

| TRATAMIENTOS    | PROMEDIOS | SIGNIFICANCIA    |
|-----------------|-----------|------------------|
| Testigo         | 3.20      | No Significativo |
| Koripacha - Bio | 4.43      | Significativo    |
| Terramar        | 3.03      | Significativo    |
| Humax – 90      | 3.33      | No Significativo |

#### 4.1.4 Variable área foliar

Los resultados del análisis de varianza se aprecian en la tabla 8, en la cual nos dice que existe diferencia estadística entre los tratamientos en estudio ( $p < \alpha$ ).

Tabla 9. Análisis de la varianza para la variable área foliar.

##### Análisis de la varianza

| Variable                       | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV    |
|--------------------------------|----|----------------|-------------------|-------|
| Área foliar (cm <sup>2</sup> ) | 16 | 0.74           | 0.56              | 11.01 |

##### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V.         | SC    | gl | CM    | F    | p-valor |
|--------------|-------|----|-------|------|---------|
| Modelo.      | 41.58 | 6  | 6.93  | 4.20 | 0.0271  |
| Bloques      | 3.59  | 3  | 1.20  | 0.73 | 0.5620  |
| Tratamientos | 38.00 | 3  | 12.67 | 7.68 | 0.0075  |
| Error        | 14.84 | 9  | 1.65  |      |         |
| Total        | 56.42 | 15 |       |      |         |

El tratamiento que tuvo mayor relevancia en la variable área foliar fue el Koripacha - Bio® con 14 cm<sup>2</sup> de acuerdo al método de la diferencia

significativa honesta de Tukey (ver tabla 9) realizado a las medias de cada tratamiento en estudio.

Tabla 10. Resultado de la Prueba Tukey para los tratamientos en estudio de la variable área foliar.

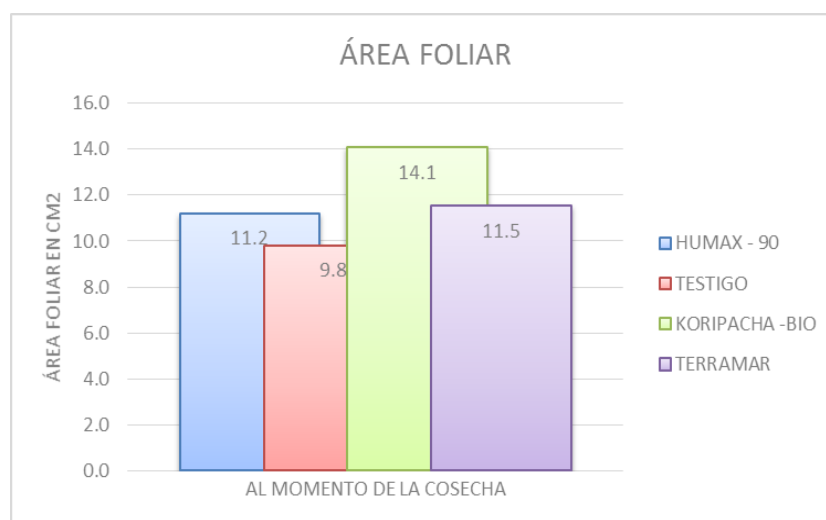
Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=2.83414  
Error: 1.6484 gl: 9

| Tratamientos    | Medias | n | E.E. |     |
|-----------------|--------|---|------|-----|
| Testigo         | 9.80   | 4 | 0.64 | A   |
| Humax - 90      | 11.23  | 4 | 0.64 | A   |
| Terramar        | 11.53  | 4 | 0.64 | A B |
| Koripacha - Bio | 14.08  | 4 | 0.64 | B   |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

En la figura 20, se detallan el resultado de los tratamientos en la variable área foliar al momento de la cosecha, destacan el Koripacha - Bio® como el tratamiento de mayor valor con un área de 14 cm<sup>2</sup>, seguido del Terramar® con 11.5 cm<sup>2</sup> de área foliar mientras que el Humax® - 90 con 11.2 cm<sup>2</sup> y finalmente el Testigo con 9.8 cm<sup>2</sup> de área foliar en el cultivo de rabanito.

Figura 20. Promedio del área foliar de rabanito bajo los 4 tratamientos en estudio al momento de la cosecha.



Fuente: Elaboración propia

Tabla 11. Resumen del análisis de varianza y prueba Tukey.

| TRATAMIENTOS    | PROMEDIOS | SIGNIFICANCIA    |
|-----------------|-----------|------------------|
| Testigo         | 9.80      | No Significativo |
| Koripacha - Bio | 14.08     | Significativo    |
| Terramar        | 11.53     | No Significativo |
| Humax – 90      | 11.23     | No Significativo |

#### 4.1.5 Rendimiento

Respecto a la variable peso, el análisis de varianza (ver tabla 12) no muestra significancia estadística entre los tratamientos en estudio, por lo que aparentemente emplear cualquiera de las enmiendas orgánicas comerciales no influye en el producto final.

Tabla 12. Análisis de la varianza para la variable peso.

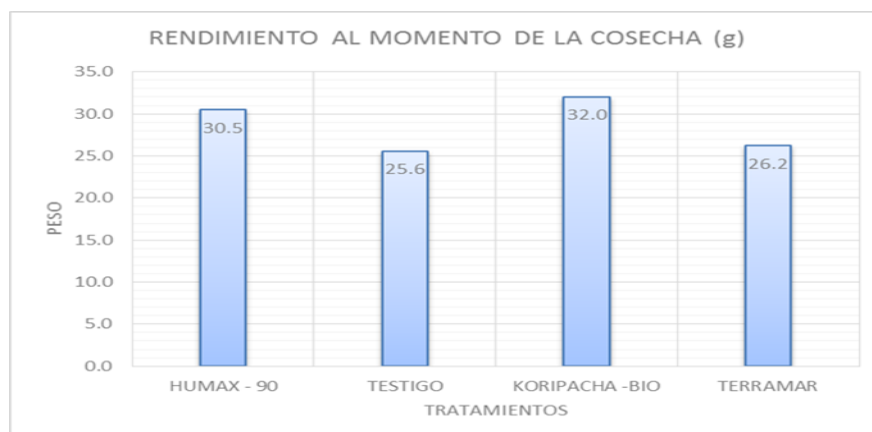
##### Análisis de la varianza

| Variable | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV    |
|----------|----|----------------|-------------------|-------|
| Peso (g) | 16 | 0.51           | 0.19              | 21.63 |

##### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V.         | SC     | gl | CM    | F    | p-valor |
|--------------|--------|----|-------|------|---------|
| Modelo.      | 364.42 | 6  | 60.74 | 1.59 | 0.2551  |
| Bloques      | 243.81 | 3  | 81.27 | 2.13 | 0.1669  |
| Tratamientos | 120.61 | 3  | 40.20 | 1.05 | 0.4159  |
| Error        | 343.82 | 9  | 38.20 |      |         |
| Total        | 708.23 | 15 |       |      |         |

Figura 21. Promedio de la variable peso de rabanito bajo los cuatro tratamientos en estudio al momento de la cosecha.



Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 13. Resumen del promedio de rendimiento en el cultivo de rabanito.

| TRATAMIENTOS    | PROMEDIOS |
|-----------------|-----------|
| Testigo         | 25.6      |
| Koripacha - Bio | 32.0      |
| Terramar        | 26.2      |
| Humax - 90      | 30.5      |

#### 4.1.6 RENDIMIENTO POR HECTAREA DEL CULTIVO DE RABANITO.

##### ✓ ENMIENDA ORGANICA DE KORIPACHA - BIO.

Tabla 38. Rendimiento por hectárea.

| BLOQUE I                         | BLOQUE II | BLOQUE III | BLOQUE IV |
|----------------------------------|-----------|------------|-----------|
| 2.100 kg                         | 2.800 kg  | 2.500 kg   | 1 kg      |
| Total / hectárea: 21000 kg x ha. |           |            |           |

Fuente: Elaboración propia.

##### ✓ ENMIENDA ORGANICA DE HUMAX 90.

Tabla 39. Rendimiento por hectárea.

| BLOQUE I                          | BLOQUE II | BLOQUE III | BLOQUE IV |
|-----------------------------------|-----------|------------|-----------|
| 2.250 kg                          | 1.900 kg  | 2.300 kg   | 1 kg      |
| Total / hectárea: 18,625 kg x ha. |           |            |           |

Fuente: Elaboración propia.

### 5.1 ENMIENDA ORGANICA DE TERRAMAR.

Tabla 40. Rendimiento por hectárea.

| BLOQUE I                          | BLOQUE II | BLOQUE III | BLOQUE IV |
|-----------------------------------|-----------|------------|-----------|
| 0.750 kg                          | 1.750 kg  | 0.600 kg   | 1.200 kg  |
| Total / hectárea: 10,750 kg x ha. |           |            |           |

Fuente: Elaboración propia.

### 5.1 TESTIGO.

Tabla 41. Rendimiento por hectárea.

| BLOQUE I                         | BLOQUE II | BLOQUE III | BLOQUE IV |
|----------------------------------|-----------|------------|-----------|
| 0.150 kg                         | 2.650 kg  | 1.150 kg   | 1 kg      |
| Total / hectárea: 4,950 kg x ha. |           |            |           |

Fuente: Elaboración propia.

Según la Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial Enero (2012). Luego de siete semanas de cultivo en los diferentes tratamientos se evaluó la producción de biomasa radicular para cada uno de los mismos (Figura 5). En este estudio el tratamiento control (T0), presentó mayor incremento de área foliar (Figura 4) y no presentó la mayor producción de biomasa en la raíz (Figura 6).

Esto se debe a la falta de algunos de los nutrientes que se encuentran en mayor disponibilidad en el tratamiento con fertilización química (T1) [25]. Por lo tanto no tuvo la misma eficiencia productiva de biomasa radicular. Los tratamientos inoculados con *B. Pumillus* (T2), *B. Licheniformis* (T3) y *Azotobacter* sp (T4), presentaron

un rendimiento promedio, sin presentar diferencias significativas entre los mismos. Sin embargo el análisis estadístico, también mostró que los resultados obtenidos para peso seco tratados con la mezcla de los tres microorganismos (T5), resultaron significativamente menores ( $\alpha=0.05$ ) con respecto a T1, T3 y T4.

La fertilización química generó mejores resultados debido a que brinda nitrógeno inorgánico, el cual es de fácil disponibilidad para la planta, mientras que el nitrógeno orgánico fijado por los microorganismos debe ser mineralizado en un proceso de amonificación para ser asimilado por la planta [25, 26].

T0.Control.

T1.Fertilización Química.

T2. *B. Pumillus*.

T3. *B. Licheniformis*.

T4. *Azotobacter*

T5. *B. Pumillus* + *B. Licheniformis*+ *Azotobacter* sp.

#### 4.1.6 Variable análisis foliar

El análisis de varianza (ver tabla 14) muestra que existen diferencias significativas entre tratamientos respecto al contenido de Nitrógeno por planta.

Tabla 14. Análisis de la varianza para la variable análisis foliar (N).

##### Análisis de la varianza

| Variable      | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV   |
|---------------|----|----------------|-------------------|------|
| NITROGENO (%) | 16 | 1.00           | 1.00              | 0.43 |

##### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V.         | SC      | gl | CM      | F       | p-valor |
|--------------|---------|----|---------|---------|---------|
| Modelo.      | 1.63    | 6  | 0.27    | 1519.88 | <0.0001 |
| TRATAMIENTOS | 1.63    | 3  | 0.54    | 3038.42 | <0.0001 |
| BLOQUES      | 7.2E-04 | 3  | 2.4E-04 | 1.34    | 0.3208  |
| Error        | 1.6E-03 | 9  | 1.8E-04 |         |         |
| Total        | 1.63    | 15 |         |         |         |

El tratamiento que concentro la mayor cantidad de Nitrógeno fue el Humax® - 90 con 3.62%, mientras que para los tratamientos Koripacha - Bio® y Terramar® no hubo diferencias desde el punto de vista estadístico, el tratamiento Testigo ocupó el último lugar en cuanto a concentración de Nitrógeno (ver tabla 16).

Tabla 15. Resultado de la Prueba Tukey para los tratamientos en estudio de la variable análisis foliar (N %).

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.02949

Error: 0.0002 gl: 9

| TRATAMIENTOS    | Medias | n | E.E. |   |
|-----------------|--------|---|------|---|
| Testigo         | 2.74   | 4 | 0.01 | A |
| Terramar        | 3.02   | 4 | 0.01 | B |
| Koripacha - Bio | 3.04   | 4 | 0.01 | B |
| Humax - 90      | 3.62   | 4 | 0.01 | C |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

Tabla 16. Resumen del análisis de varianza y prueba tukey en contenido de Nitrógeno.

| TRATAMIENTOS    | PROMEDIOS | SIGNIFICANCIA    |
|-----------------|-----------|------------------|
| Testigo         | 2.74      | No Significativo |
| Koripacha - Bio | 3.04      | Significativo    |
| Terramar        | 3.02      | Significativo    |
| Humax - 90      | 3.62      | Significativo    |

Para el caso de la concentración de Fosforo, el análisis de varianza muestra que hay diferencia significativas entre los tratamientos (ver tabla 17).

Tabla 17. Análisis de la varianza para la variable análisis foliar (P %).

Análisis de la varianza

| Variable    | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV   |
|-------------|----|----------------|-------------------|------|
| FOSFORO (%) | 16 | 0.96           | 0.93              | 2.53 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V.         | SC      | gl | CM      | F     | p-valor |
|--------------|---------|----|---------|-------|---------|
| Modelo.      | 0.02    | 6  | 3.8E-03 | 35.59 | <0.0001 |
| TRATAMIENTOS | 0.02    | 3  | 0.01    | 70.49 | <0.0001 |
| BLOQUES      | 2.2E-04 | 3  | 7.3E-05 | 0.69  | 0.5827  |
| Error        | 9.6E-04 | 9  | 1.1E-04 |       |         |
| Total        | 0.02    | 15 |         |       |         |

Fuente: Elaboración propia.



La prueba Tukey (ver tabla 18) indica que el tratamiento con mejores resultados en cuanto a la concentración de Fosforo fue el Koripacha – Bio® con 0.45 %, Humax® - 90 y Terramar® con los mismos valores de 0.42% lo que evidencia que no existe diferencia entre estos tratamientos y finalmente el tratamiento Testigo con 0.35 %.

Tabla 18. Resultado de la Prueba Tukey para los tratamientos en estudio de la variable análisis foliar (P %).

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.02275  
Error: 0.0001 gl: 9

| TRATAMIENTOS    | Medias | n | E.E. |   |
|-----------------|--------|---|------|---|
| Testigo         | 0.35   | 4 | 0.01 | A |
| Humax - 90      | 0.42   | 4 | 0.01 | B |
| Terramar        | 0.42   | 4 | 0.01 | B |
| Koripacha - Bio | 0.45   | 4 | 0.01 | C |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

Tabla 19. Resumen del análisis de varianza y prueba Tukey en contenido de Fosforo.

| TRATAMIENTOS    | PROMEDIOS | SIGNIFICANCIA    |
|-----------------|-----------|------------------|
| Testigo         | 0.35      | No Significativo |
| Koripacha - Bio | 0.45      | Significativo    |
| Terramar        | 0.42      | Significativo    |
| Humax - 90      | 0.42      | Significativo    |

Fuente: Elaboración propia.

Y por último para la concentración de Potasio (ver tabla 12), el análisis de varianza indica que existen diferencias significativas entre los tratamientos evaluados.

Tabla 20. Análisis de la varianza para la variable análisis foliar (K %).

Análisis de la varianza

| Variable   | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV   |
|------------|----|----------------|-------------------|------|
| POTASIO(%) | 16 | 1.00           | 0.99              | 0.47 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V.         | SC      | gl | CM      | F      | p-valor |
|--------------|---------|----|---------|--------|---------|
| Modelo.      | 1.46    | 6  | 0.24    | 368.92 | <0.0001 |
| TRATAMIENTOS | 1.46    | 3  | 0.49    | 737.48 | <0.0001 |
| BLOQUES      | 7.3E-04 | 3  | 2.4E-04 | 0.37   | 0.7786  |
| Error        | 0.01    | 9  | 6.6E-04 |        |         |
| Total        | 1.46    | 15 |         |        |         |

El tratamiento Koripacha – Bio® (ver tabla 17) fue aquel que acumulo la mayor cantidad de Potasio con un valor de 5.89 % seguido del tratamiento Humax® - 90 con 5.54 %, Terramar® con 5.37% y el Testigo con 5.05%.

Tabla 21. Resultado de la Prueba Tukey para los tratamientos en estudio de la variable análisis foliar (K %).

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.05664  
Error: 0.0007 gl: 9

| TRATAMIENTOS    | Medias | n | E.E. |   |
|-----------------|--------|---|------|---|
| Testigo         | 5.05   | 4 | 0.01 | A |
| Terramar        | 5.37   | 4 | 0.01 | B |
| Humax - 90      | 5.54   | 4 | 0.01 | C |
| Koripacha - Bio | 5.89   | 4 | 0.01 | D |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

Tabla 21. Resumen del análisis de varianza y prueba Tukey en contenido de Potasio.

| TRATAMIENTOS    | PROMEDIOS | SIGNIFICANCIA    |
|-----------------|-----------|------------------|
| Testigo         | 5.05      | No Significativo |
| Koripacha - Bio | 5.89      | Significativo    |
| Terramar        | 5.37      | Significativo    |
| Humax - 90      | 5.54      | Significativo    |

Fuente: Elaboración propia.

## 4.2 VARIABLES EDÁFICAS

### 4.2.1 Variable contenido de humedad volumétrica

El contenido de humedad volumétrica del suelo para cada tratamiento muestra diferencias significativas de acuerdo a la análisis de varianza (ver tabla 18.)

Tabla 18. Análisis de la varianza para la variable contenido de humedad volumétrica

#### Análisis de la varianza

| Variable                 | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV   |
|--------------------------|----|----------------|-------------------|------|
| CONTENIDO DE HUMEDAD (W) | 16 | 1.00           | 1.00              | 0.28 |

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V.         | SC      | gl | CM      | F         | p-valor |
|--------------|---------|----|---------|-----------|---------|
| Modelo.      | 7393.86 | 6  | 1232.31 | 83605.50  | <0.0001 |
| TRATAMIENTOS | 7393.81 | 3  | 2464.60 | 167209.81 | <0.0001 |
| BLOQUES      | 0.05    | 3  | 0.02    | 1.18      | 0.3703  |
| Error        | 0.13    | 9  | 0.01    |           |         |
| Total        | 7393.99 | 15 |         |           |         |

Fuente: Elaboración propia.

El tratamiento que mostró el mayor contenido de humedad volumétrica (ver tabla 19) fue el Terramar® con un contenido de 80%, en segundo lugar el Koripacha – Bio® con 38.2 %, tercer lugar ocupado por Humax – 90® con 29.9 % y por último 26.5 %.

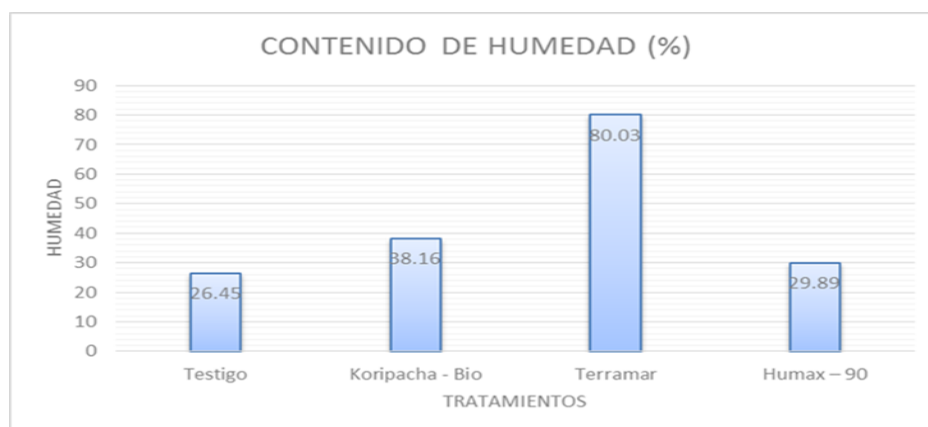
Tabla 19. Resultado de la Prueba Tukey para los tratamientos en estudio de la variable contenido de humedad volumétrica (w).

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.24310  
Error: 0.0121 gl: 9

| TRATAMIENTOS    | Medias | n | E.E. |   |
|-----------------|--------|---|------|---|
| Testigo         | 26.45  | 4 | 0.06 | A |
| Humax – 90      | 29.89  | 4 | 0.06 | B |
| Koripacha – Bio | 38.16  | 4 | 0.06 | C |
| Terramar        | 80.03  | 4 | 0.06 | D |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

Figura 22. Contenido de humedad volumétrica en el suelo bajo los cuatro tratamientos en estudio después de la cosecha.



Fuente: Elaboración propia.

| TRATAMIENTOS    | PROMEDIOS | SIGNIFICANCIA    |
|-----------------|-----------|------------------|
| Testigo         | 26.45     | No Significativo |
| Koripacha - Bio | 38.16     | Significativo    |
| Terramar        | 80.03     | Significativo    |
| Humax - 90      | 29.89     | Significativo    |

#### 4.2.2 Variable peso específico partículas sólidas

El peso específico de partículas sólidas o también conocido como densidad real mostraron diferencias significativas desde el punto de vista estadístico dentro de los tratamientos evaluados (ver tabla 20).

Tabla 26. Análisis de la varianza para la variable peso específico partículas sólidas (w).

##### Análisis de la varianza

| Variable        | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV   |
|-----------------|----|----------------|-------------------|------|
| Peso específico | 16 | 0.98           | 0.96              | 0.33 |

##### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V.         | SC      | gl | CM      | F      | p-valor |
|--------------|---------|----|---------|--------|---------|
| Modelo.      | 0.03    | 6  | 4.5E-03 | 69.91  | <0.0001 |
| TRATAMIENTOS | 0.03    | 3  | 0.01    | 139.17 | <0.0001 |
| BLOQUES      | 1.3E-04 | 3  | 4.2E-05 | 0.65   | 0.6014  |
| Error        | 5.7E-04 | 9  | 6.4E-05 |        |         |
| Total        | 0.03    | 15 |         |        |         |

De acuerdo al resultado mostrado por el método de honestidad de Tukey (ver tabla 27), el testigo mantuvo una densidad de 2.46 g/cm<sup>3</sup> siendo superior al resto de tratamientos; el tratamiento Humax – 90® muestra un valor de 2.44 g/cm<sup>3</sup>, mientras que para el Koripacha - Bio® un valor de 2.41 g/cm<sup>3</sup> y en el último lugar se encuentra el tratamiento Terramar® con un valor de 2.35 2.41 g/cm<sup>3</sup>.

Tabla 27. Resultado de la Prueba Tukey para los tratamientos en estudio de la variable contenido de humedad volumétrica (w).

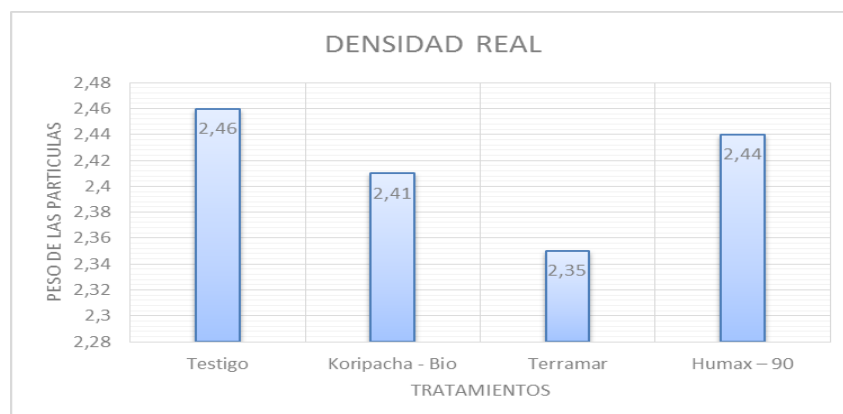
Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.01764

Error: 0.0001 gl: 9

| TRATAMIENTOS    | Medias | n | E.E.    |   |
|-----------------|--------|---|---------|---|
| Terramar        | 2.35   | 4 | 4.0E-03 | A |
| Koripacha - Bio | 2.41   | 4 | 4.0E-03 | B |
| Humax - 90      | 2.44   | 4 | 4.0E-03 | C |
| Testigo         | 2.46   | 4 | 4.0E-03 | D |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Figura 23. Densidad real del suelo bajo los cuatro tratamientos en estudio después de la cosecha.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 28. Resumen del análisis de varianza y prueba Tukey en densidad real.

| TRATAMIENTOS    | PROMEDIOS | SIGNIFICANCIA    |
|-----------------|-----------|------------------|
| Testigo         | 2.46      | Significativo    |
| Koripacha - Bio | 2.41      | No Significativo |
| Terramar        | 2.35      | No Significativo |
| Humax - 90      | 2.44      | No Significativo |

#### 4.2.3 Variable peso volumétrico del suelo

Respecto al peso volumétrico del suelo o densidad aparente, el análisis de varianza mostró que si existe diferencias significativas en los tratamientos evaluados.

Tabla 29. Análisis de la varianza para la variable peso volumétrico del suelo.

##### Análisis de la varianza

| Variable         | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV   |
|------------------|----|----------------|-------------------|------|
| Peso Volumétrico | 16 | 0.97           | 0.96              | 0.67 |

##### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V.         | SC      | gl | CM      | F      | p-valor |
|--------------|---------|----|---------|--------|---------|
| Modelo.      | 0.02    | 6  | 3.4E-03 | 54.30  | <0.0001 |
| TRATAMIENTOS | 0.02    | 3  | 0.01    | 108.51 | <0.0001 |
| BLOQUES      | 1.9E-05 | 3  | 6.3E-06 | 0.10   | 0.9573  |
| Error        | 5.6E-04 | 9  | 6.2E-05 |        |         |
| Total        | 0.02    | 15 |         |        |         |

El testigo mostró un menor valor respecto a la densidad aparente frente a los demás tratamientos (ver tabla 30). La densidad con mayor valor fue de 1.22 g/cm<sup>3</sup> correspondiente al tratamiento Koripacha – Bio®, el Terramar® alcanzó un valor de 1.19 g/cm<sup>3</sup> y el último lugar lo ocupa el Humax – 90® con 1.17 g/cm<sup>3</sup>.

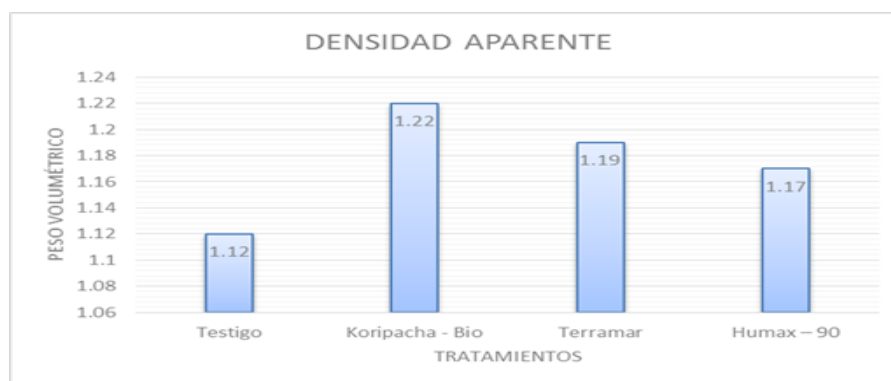
Tabla 30. Resultado de la Prueba Tukey para los tratamientos en estudio de la variable peso volumétrico del suelo

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.01735  
 Error: 0.0001 gl: 9

| TRATAMIENTOS    | Medias | n | E.E.    |   |
|-----------------|--------|---|---------|---|
| Testigo         | 1.12   | 4 | 3.9E-03 | A |
| Humax - 90      | 1.17   | 4 | 3.9E-03 | B |
| Terramar        | 1.19   | 4 | 3.9E-03 | C |
| Koripacha - Bio | 1.22   | 4 | 3.9E-03 | D |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

Figura 24. Densidad Aparente del suelo bajo los cuatro tratamientos en estudio después de la cosecha.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 31. Resumen del análisis de varianza y prueba Tukey en densidad Aparente.

| TRATAMIENTOS    | PROMEDIOS | SIGNIFICANCIA    |
|-----------------|-----------|------------------|
| Testigo         | 1.12      | No Significativo |
| Koripacha - Bio | 1.22      | Significativo    |
| Terramar        | 1.19      | No Significativo |
| Humax - 90      | 1.17      | No Significativo |

#### 4.2.4 Variable relación de vacíos

El análisis de varianza para la variable (tabla 32) relación de vacíos indica que si existe diferencia significativa entre los tratamientos evaluados, por lo que se determinará cual o cuales de estos son los ponderantes a través de la prueba Tukey.

Tabla 32. Análisis de la varianza para la variable relación de vacíos.

##### Análisis de la varianza

| Variable           | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV   |
|--------------------|----|----------------|-------------------|------|
| Relación de vacíos | 16 | 1.00           | 1.00              | 0.43 |

##### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V.         | SC      | gl | CM      | F       | p-valor |
|--------------|---------|----|---------|---------|---------|
| Modelo.      | 1.91    | 6  | 0.32    | 4592.52 | <0.0001 |
| TRATAMIENTOS | 1.91    | 3  | 0.64    | 9183.48 | <0.0001 |
| BLOQUES      | 3.3E-04 | 3  | 1.1E-04 | 1.56    | 0.2657  |
| Error        | 6.2E-04 | 9  | 6.9E-05 |         |         |
| Total        | 1.91    | 15 |         |         |         |

De acuerdo a la tabla 33, el tratamiento que obtuvo el mayor promedio fue el Terramar® alcanzando un valor de 2.54, seguido del tratamiento Testigo con 1.81 y el tratamiento 1.76, el último lugar lo ocupó el Humax – 90® con 1.68.

Tabla 33. Resultado de la Prueba Tukey para los tratamientos en estudio de la variable relación de vacíos

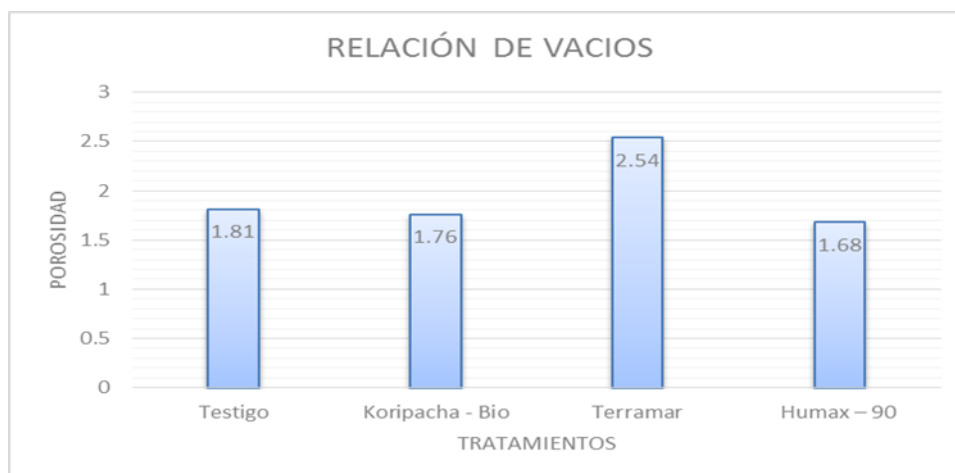
Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.01840

Error: 0.0001 gl: 9

| TRATAMIENTOS    | Medias | n | E.E.    |   |
|-----------------|--------|---|---------|---|
| Humax - 90      | 1.68   | 4 | 4.2E-03 | A |
| Koripacha - Bio | 1.76   | 4 | 4.2E-03 | B |
| Testigo         | 1.81   | 4 | 4.2E-03 | C |
| Terramar        | 2.54   | 4 | 4.2E-03 | D |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

Figura 25. Relación de vacíos del suelo bajo los cuatro tratamientos en estudio después de la cosecha.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 34. Resumen del análisis de varianza y prueba Tukey en la relación de vacíos.

| TRATAMIENTOS    | PROMEDIOS | SIGNIFICANCIA    |
|-----------------|-----------|------------------|
| Testigo         | 1.81      | No Significativo |
| Koripacha - Bio | 1.76      | No Significativo |
| Terramar        | 2.54      | Significativo    |
| Humax - 90      | 1.68      | No Significativo |

#### 4.2.5 Variable grado de saturación

Esta variable en estudio muestra diferencias significativas entre los tratamientos de acuerdo al análisis de varianza realizado (tabla 35).

Tabla 35. Análisis de la varianza para la variable grado de saturación.

##### Análisis de la varianza

| Variable                | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV   |
|-------------------------|----|----------------|-------------------|------|
| Grado de saturación (%) | 16 | 1.00           | 1.00              | 0.09 |

##### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V.         | SC      | gl | CM      | F         | p-valor |
|--------------|---------|----|---------|-----------|---------|
| Modelo.      | 3270.56 | 6  | 545.09  | 233611.53 | <0.0001 |
| TRATAMIENTOS | 3270.56 | 3  | 1090.19 | 467222.49 | <0.0001 |
| BLOQUES      | 4.0E-03 | 3  | 1.3E-03 | 0.56      | 0.6521  |
| Error        | 0.02    | 9  | 2.3E-03 |           |         |
| Total        | 3270.58 | 15 |         |           |         |



El tratamiento que arrojó los mayores valores de grado de saturación (tabla 36) de acuerdo a la prueba Tukey, son los siguientes: Terramar® con 73.9%, Koripacha - Bio® con 52.0% y Humax – 90® con 43.0% en comparación con el Testigo.

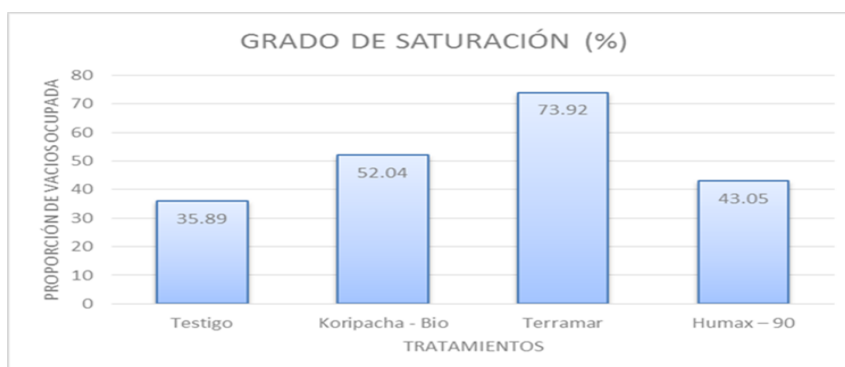
Tabla 36. Análisis de la varianza para la variable grado de saturación.

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.10663  
Error: 0.0023 gl: 9

| TRATAMIENTOS    | Medias | n | E.E. |   |
|-----------------|--------|---|------|---|
| Testigo         | 35.89  | 4 | 0.02 | A |
| Humax – 90      | 43.05  | 4 | 0.02 | B |
| Koripacha – Bio | 52.04  | 4 | 0.02 | C |
| Terramar        | 73.92  | 4 | 0.02 | D |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

Figura 26. Grado de Saturación del suelo bajo los 4 tratamientos en estudio después de la cosecha.



Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 37. Resumen del análisis de varianza y prueba Tukey en grado de saturación.

| TRATAMIENTOS    | PROMEDIOS | SIGNIFICANCIA    |
|-----------------|-----------|------------------|
| Testigo         | 35.89     | No Significativo |
| Koripacha - Bio | 52.04     | Significativo    |
| Terramar        | 73.92     | Significativo    |
| Humax – 90      | 43.05     | Significativo    |

## CAPITULO V

### CONCLUSIONES

- Las enmiendas orgánicas mostraron un efecto positivo en las variables: altura de planta, cantidad de hojas, diámetro de raíces, área foliar y análisis foliar. De acuerdo al análisis de varianza los tratamientos con mayores significancias desde el punto estadístico fueron Terramar® que sobresalió en su efecto positivo sobre la variable cantidad promedio de hojas. Koripacha – Bio® mostró influencia positiva sobre las variables diámetro de raíz, área foliar y análisis foliar.
- En cuanto al rendimiento del cultivo de rabanito la enmienda que logro mayor resultado fue el Koripacha con 21,000 kg/ha.
- En cuanto al contenido de macronutrientes analizado en laboratorio, se puede afirmar que los contenidos elevados de Nitrógeno, Fosforo y Potasio en las raíces de rabanito indican que al momento de la ingesta, contribuirán a una buena alimentación de proteínas y minerales.
- A diferencia del testigo, las enmiendas comerciales mostraron diferencias estadísticas respecto a las propiedades físicas del suelo, se observó que entre los tratamientos Terramar®, Humax – 90® y Koripacha – Bio® los valores de densidad aparente fueron superiores al Testigo, pero respecto al contenido de agua, el tratamiento Terramar® fue superior al resto al igual que su grado de saturación.

## **CAPITULO VI**

### **RECOMENDACIONES**

Se recomienda en general emplear enmiendas orgánicas para la producción de hortalizas en razón de que estas contribuyen en mejorar, no solo, en los parámetros morfológicos sino también guardan relación con el contenido de elevado de nutrientes.

Se recomienda profundizar los estudios respecto a la mecánica de suelos y establecer mejor las relaciones que existen entre las enmiendas orgánicas y las propiedades físicas de los suelos, así como también probar el efecto residual de las enmiendas orgánicas sobre otros cultivos.

## CAPITULO VII

### BIBLIOGRAFÍA

1. Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial Vol. 10N° 1 ( 21 – 31) Enero – Junio 2012.
2. BULA MEYER, Germán. (2004). Las macroalgas marinas en la agronomía y el uso potencial del *Sargassum* flotante en la producción de fertilizantes en el archipiélago de San Andrés y Providencia, Colombia.  
[http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:http://intropica.unimagdalena.edu.co/Ediciones/Volumen\\_1/Intropica\\_Vol\\_01-08.pdf](http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:http://intropica.unimagdalena.edu.co/Ediciones/Volumen_1/Intropica_Vol_01-08.pdf)
3. BRICEÑO, O. (2002). *Evaluación de diferentes coberturas vivas como barbecho mejorado en un sistema de labranza conservacionista y su relación con las propiedades químicas de dos suelos de textura contrastante del Estado Guárico*. Tesis de grado. Venezuela: Facultad de Agronomía.
4. Cadenahortofruticola.org. *Guía técnica para el cultivo de rábano o rabanito*. Recuperado el 05 de marzo del 2014 de:  
<http://cadenahortofruticola.org/admin/bibli/417rabano.pdf>
5. CAMPBELL A., Neil; Reece, Jane B. (2005). *Biología*. 7ª ed. Madrid – España: Editorial Medica Panamericana.
6. CANALES LÓPEZ, Benito. (1999). *Lombricultura y Abonos Orgánicos: Biofertilización con algas marinas (algas – enzimas)*. México: IICA – Universidad Autónoma de México.
7. CASAS VALDEZ, M; Hernandez Carmona, G. (1989). Trabajos presentados en la segunda consulta de expertos sobre tecnología de

- productos pesqueros en América Latina: Montevideo, 11-15 de Diciembre de 1989. Roma: Food & Agriculture Org.
8. DAVID GOITES, Enrique. (2008). *Manual de Cultivos para la Huerta Orgánica Familiar*. Buenos Aires – Argentina: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria – INTA.
  9. EDMOND, J. B. (1967). *Principios de horticultura*. México: Editorial Continental S.A.
  10. ECKERT, D. (1991). *Chemical attributes of soil subjected to no – till cropping with rye cover crops*. *Soil Science of American Journal*.
  11. FAO. (2006). *Fichas Técnicas: Raphanus sativus L.* Recuperado el 15 de febrero del 2014 de:  
[http://www.fao.org/inpho\\_archive/content/documents/vlibrary/ae620s/pfre\\_scos/RABANO.HTM](http://www.fao.org/inpho_archive/content/documents/vlibrary/ae620s/pfre_scos/RABANO.HTM)
  12. FINCK Arnold. (1988). *Fertilizantes y fertilización: fundamentos y métodos para la fertilización*. España: Editorial Reverté S.A.
  13. FERSINI, A. (1976). *Horticultura práctica*. D.F. – México: Editorial Diana S.A.
  14. Giaconi M., Vicente; Scaff, Moisés. (2004). *Cultivo de hortalizas*. 15ª ed. Santiago de Chile – Chile: Editorial Universitaria S.A.
  15. GONZÁLEZ, M. (2000). *Efecto de un inoculante microbiano a partir de cepas nativas de Azotobacter chroococcum sobre el rendimiento en secuencias de cultivos hortícolas*. Tesis para optar el grado de Máster en Fertilidad del Suelo.

16. GÓMEZ – Álvarez, R.; Castañeda – Ceja, R. (2000). *Tecnologías de producción orgánicas en las condiciones del trópico*. Villa Hermosa: ECOSUR – ISPROTAB.
17. GÓMEZ – Cruz, M.A.; Schwentesius – Rindermann, R.; Meraz – Alvarado, M. R.; Lobato García, A. J.; Gómez – Tovar, L. (2005). *Agricultura, apicultura y ganadería orgánica en México*. Texoco – México: CONACYT, SAGARPA, CEDRSSA, UACH, CUESTAAM, PIAS.
18. HUMINTECH. *Los ácidos húmicos*. Recuperado el 15 de febrero del 2014 de: <http://www.humintech.com/pdf/imagebrochure.01.034.pdf>
19. Iberica2000.org. (2001). *El cultivo del rábano*. Recuperado el 01 de marzo del 2014 de:  
<http://www.iberica2000.org/es/Articulo.asp?Id=4394>
20. Infoagro. (s.f). *El cultivo del rábano*. Recuperado el 01 de marzo del 2014 de:  
<http://infoagro.com/hortalizas/rabano.htm>
21. Jeavons, J. (1991). *Cultivo Biointensivo de Alimentos*. Ecology Action.
22. LAZA MUÑOZ, Pascual; Laza Muñoz Jeronimo. (2002). *Preelaboración y conservación de alimentos*. Madrid – España: Ediciones Paraninfo S.A.
23. MAGRAMA. (2006). *Peronospora parasítica*. Recuperado el 03 de marzo del 2014 de:  
[http://www.magrama.gob.es/ministerio/pags/plataforma\\_conocimiento/fichas/pdf/fd\\_314.pdf](http://www.magrama.gob.es/ministerio/pags/plataforma_conocimiento/fichas/pdf/fd_314.pdf)
24. MARÍN GARCÍA, María Luisa; Aragón Revuelta Pilar; Gómez Benito, Carmen. (2002). *Análisis químico de suelos y aguas: manual de laboratorio*. España: Universidad Politécnica de Valencia.

25. MARTÍNEZ, AMANDA; Lee A., Rebecca; Chaparro, Diana; Paramo, Sandra. (2003). *Postcosecha y mercadeo de hortalizas de clima frío bajo prácticas de producción sostenible*. Colombia: Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano.
26. MARTÍNEZ, R.; Dibut, B.; Casanova, I.; Ortega, M. (1997). *Acción estimuladora de Azotobacter chroococcum sobre el cultivo de tomate en el suelo ferralítico rojo*. *Agrotecnia de Cuba*. Cuba.
27. MENDOZA ZAZUETA, J.A.; Ramirez Farías, L. (1997). *Pequeños productores y grandes negocios*. México: IICA.
28. MORTENSEN, E. (1971). *Horticultura tropical y subtropical*. D.F - México: PAX –MÉXICO.
29. OROZCO ROMERO, José. (1998). *Fertilizantes Orgánicos y su aplicación en el cultivo de banano*. Guacimo – Costa Rica: EARTH.
30. ORTEGA GAUCIN, David. (2012). *Sequia en Nuevo León: Vulnerabilidad, impactos y estrategias de mitigación*. México: Instituto del Agua del Estado de Nuevo León.
31. PEÑA DEL RIO, M.A.; Martínez L., J.R.; De la Fuente S., H. (2009). *Biofertilización de Praderas de Pasto Buffel (Cenchrus ciliaris) cultivadas en Anáhuac, Nuevo León*. México: UANL – ITESM.
32. PÉREZ, D. (1999). *Alternativas biorgánicas para mantener rendimientos estables en organoponicos*. Tesis para optar el grado de Máster en Fertilidad del Suelo.
33. PORTA, J.; López – Acevedo, M.; Roquero, C. (2003). *Edafología para la agricultura y el medio ambiente*. Madrid – España: Mundi – Prensa.

34. PRIMAVERSI, A. (1982). *Manejo ecológico del suelo* (5ª ed). Buenos Aires – Argentina: Ateneo.
35. QUASTEL, J.H. y D.M. Webley. 1947. The effects of addition to soil of alginic acid and of other forms of organic matter on soil aeration. J. Agric. Sci. 37: 257-266. Recuperado el 23 de marzo del 2013 de: <http://journals.cambridge.org/action/displayAbstract?fromPage=online&aid=4516392>
36. SKOOG WEST, Holler. (1997). *Fundamentos de Química Analítica*. 4ª ed. Barcelona: Editorial Reverté S.A.
37. SOTO Gabriela; MELÉNDEZ Gloria. (2003). Taller de abonos orgánicos. Costa Rica: CANIAN – CATIE
38. Stoffella P., J.; Kahn, B. A. (2004). *Utilización del compost en los sistemas de cultivo hortícola*. Madrid – España: Mundi – Prensa.
39. TAMEZ, M. J. (1982). *El cultivo del rábano en la península de Yucatán*. México: D.G.E.A. Chapingo.
40. TAIZ LINCOLN; Zeiger Eduardo. (2006). *Fisiología Vegetal*. Vol. 1. España: Publicacions de la Universitat Jaume I.
41. UNALM. (2000). *Hortalizas: Datos Básicos*. La Molina – Perú: Programa de hortalizas.
42. URBANO TERRÓN, Pedro. Tratado de fitotecnia general. (2001). *Tratado de fitotecnia general*. España: Mundi – Prensa.
43. WERNER FASSBENDER Hans; Bornemisza Elemer. (1987). Química de Suelos con énfasis en los Suelos de América Latina (2ª ed.). Costa Rica: IICA.



## CAPITULO VIII

### ANEXOS



Fotografía 14. Probando el pH de las enmiendas orgánicas.



Fotografía 15. Preparando las unidades experimentales para la siembra.





Fotografía 16 Balanza y semilla utilizados para la siembra.



Fotografía 17. Incorporación de las enmiendas orgánicas.





Fotografía 18.Evaluación de las variables agronómicas.



Fotografía 19.Evaluación por parte del asesor de tesis a la parcela experimental.





Fotografía 20. Pesado de los rabanitos por parte del asesor.



Fotografía 21. Rabanitos cosechados.